PERIODICAL

No. 15 January, 1958

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

東海・黄海産タチウオ資源の研究 第一報 年令と成長について
三栖 寛

東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について
真子 渺・田川 勝

マアジ *Trachurus japonicus* の消化曲線
青山恒雄

マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量
青山恒雄

トカゲナガシラ *Lepidotrigla japonica* の卵発生と孵化仔魚
青山恒雄

ヘルメット型浮子の使用によるキグチの漁獲効果
橋本真澄・池田郁夫

SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY NAGASAKI

JUL 1958 LIBRARY POFI FISH & WILDLIFE SERVICE

西海区水産研究所研究報告
第 15 号

昭和 33 年 1 月
水産庁西海区水産研究所
長崎市丸尾町

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/bulletin-of-the-seikai-regional-fisheries-research_1958-01_15

No. 15 January, 1958

BULLETIN
OF THE
SEIKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
NAGASAKI, JAPAN

東海・黄海産タチウオ資源の研究 第一報 年令と成長について
三 栖 寛

東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について
真子 渺・田川 勝

マアジ *Trachurus japonicus* の消化曲線
青 山 恒 雄

マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量
青 山 恒 雄

トカゲナガシラ *Lepidotrigla japonica* の卵発生と孵化仔魚
青 山 恒 雄

ヘルメット型浮子の使用によるキグチの漁獲効果
橋本真澄・池田郁夫

西海区水産研究所研究報告
第 15 号

昭 和 33 年 1 月
水 産 庁 西 海 区 水 産 研 究 所
長 崎 市 丸 尾 町

内　　容

頁

東海・黄海産タチウオ資源の研究　第一報　年令と成長について
三　栖　　寛…… 1

東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について　　真子　渺・田川　勝…… 15

マアジ *Trachurus japonicus* の消化曲線　　青　山　恒　雄…… 29

マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量　　青　山　恒　雄…… 33

トゲカナガシラ *Lepidotrigla japonica* の卵発生と孵化仔魚
青　山　恒　雄…… 47

ヘルメット型浮子の使用によるキグチの漁獲効果
橋本真澄・池田郁夫…… 51

東海・黄海産タチウオ資源の研究
第一報　年令と成長について

三　栖　　寛

Studies on the Fisheries Biology of the Ribbon Fish (*Trichiurus lepturus* Linne) in the East China and Yellow Seas.
1. On the Age and the Growth.

by

Hiroshi Misu

西海区水産研究所研究業績　第94号

RÉSUMÉ

In the present report, the author discusses the growth of the ribbon fish by the results obtained from the age determination. Otoliths were used for the material of the age determination, and observed under the microscope, beeing put in a watch-glass containing Xylol. Then the borders between the transparent layers and opaque ones were determined as the rings. The 1472 specimens dealt with in this study had been obtained during the period from February, 1954 to March, 1957 at the Shimonoseki Fish Market. The results obtained in the study are summerized as follows:

1. The relationship between the radius of otolith and the body length (distance from the tip of lower jaw to the front of anus) fits linear regression, and the equations of the regression line have been gained by the method of least squares as follows. The relation which has been calculated inclusively all samples is shown by the equation (1). And also the relation which has been calculated from the samples obtained in the north of 33°N (northern group) is shown by the equation (2), and that of the south of 32°N (southern group) is shown by the equation (3). The correlations calculated from the samples classified by the sex from the southern group are shown by the equation (4) and (5).

2. Substituting the average of radii of rings (Table 2 A, 3 A, 4 A) in the above equations respectively, the values of calcutated body lengths are obtained as in Table 2 B, 3 B, 4 B. No differences of the each value are recognized between the northern group and the southern group. Comparing the values classified by the sex each other, the each value are nearly the same on L_1 and L_2, but the female fish is slightly larger than the male one over L_3.

3. Analysing the values of calculated body lengths obtained by the Walford's growth transformation method, it is imagined that a ring (r_0) ought to exist before the first ring observed (r_1), consequently $L_0 = 46.7$ (mm.) is presumed. The propriety of this value will be prove by the mean values of body lengths of young fish collected (Table 5), and that of L_1 and L_2 proved by the monthly changes of the modes in the body length frequency. Based on the above results, the growth curves in length and weight of the said fish are drawn as Fig. 5.

4. The monthly changes of the average of the value of marginal increment of otolith (Fig. 6) show maximum during the period from November to January, and show minimum in Febru ary, and then gradually increase generally. Therefore it is probable that the rings determined above may be formed in the period from February to March. Growth of the said fish in a year gets to maximum in November, and that is scarcely increased in winter, but more rapidly in the season from spring to autumn.

1. 緒　　言

タチウオ *Trichiurus lepturus* LINNE は東海・黄海産底魚類中でも重要な産業的価値を有する魚で，殊にマ・ラインの撒餌にともなってその漁獲量は飛躍的に増加し，其後毎年3～5百万貫の水揚げを維持している．そのうちトロール船による漁獲が多く，底曳船の1割にも満たぬ隻数*で，1952年にはタチウオ総漁獲量の77%，'53年には73%，'54年49%，'55年50%，'56年23%という漁獲をあげてきており，トロール漁業の主要対象魚であることは疑いない．近年トロールによる漁獲割合が減少しているのは，李・ラインによって冬期の本種の主要漁場である済州島西方及び南方海域から締出されたトロールが，日中漁業協定の発効によって開かれた黄海におけるコウライエビ漁場に転向し選択的に操業し始めたためと考えられるが，一方機船底曳による漁獲が増大してその穴を埋め年間総漁獲量では大した変動はなく，むしろ僅かながら増加の傾向さへみられる．

本種の調査は1954年1月から当研究所の以西底魚資源研究の一環として新たに加えられた．既往の研究は笠原(1)，松井・高井(2)等の報告があるのみで甚だ手薄であり，早急に本種の資源解析の手がかりともなるべき生物学的知見を充実させる必要があると考えられた故である．

本報告は1957年3月までの採集資料にもとづいて年令と成長に関する一応の調査が完了し，輪形成時期，輪形成時の体長**，及びその性別，漁場別による差の有無等について若干の知見を得たのでこゝに報告する次第である．

尚発表に際して御校閲の労を賜った伊藤間所長，村上子郎資源部長に対し深甚なる謝意を表するものである．又魚体各部の測定作業には当所下関試験地の職員各位の御協力を得，計算には中島純子氏の助力に負う所が多い．こゝに記して厚く御礼申上げる．

2. 材 料 及 方 法

調査材料（漁獲の対象とならない幼魚は含まない）は第1表に示すように1954年2月から1957年3月までの約3ヶ年間に集積された1472個体であるが，'54年と'55年には他の研究との関聯上採集に重点をおきえず，1956年1ヶ年間に採集されたものが主体である．材料は主として下関魚市場より魚函単位で購入したものであり，第1表に示す日附は購入年月日を意味し，漁船の操業日数と航海日数より考えて真の採集日とは約3～20日位のずれがあると思われる．又漁区番号が2つ以上あるのは漁船の操業が広範囲に移動したゝめで真の採集場所がそのいづれであるかは分らない．又この表で気附くように30°N以南の標本は僅か3回の sampling でその数は69個体にすぎず甚だ不充分であって，後にくわしく述べるようにタチウオの群系統を成長の面から分析する際の障害となっている．

実験室に持ちこまれた魚は，即日，鮮魚のまゝで諸測定が行われた．タチウオでは尾部が切断されている個体が多いので体長は下顎先端より肛門前端までの距離（頭胴長）と規定し，尾部の完全なるものは全長をも測定した．その他，体重，頭長，眼径，脊椎骨数等所定の部位を計測し，耳石，生殖巣，胃及び一部のものは脊椎骨を採取保存した．

年令査定は耳石を用いて行った．松井・高井等は脊椎骨を用い，組織切片に現れる輪紋を計測したがこの方法は操作が厄介で大量に観察するには不適当である．又脊椎骨を乾燥させたまゝで輪紋の測定を試みたが，拡大操作が技術的に困難で且誤差が大きいと考えられ中止した．耳石は角のとれた三角形，乃至は精円形に近い形状で一方に明瞭な缺刻があり，中央部は凹んで摺鉢状を呈する．このため平面になるまであまり薄く研磨することができず，高年のものでは耳石が肥厚しているために中央部に近い輪紋が不明瞭になる缺点がある．

耳石は若年のものは薄いのでそのまゝ，高年で肥厚しているものは中央部を少しづつ油砥石で研磨したのち時計皿中に移しキシロールに浸して透過光線下で検鏡した．この際耳石には巾の狭い透明帯と巾の広い不透明帯とが交互にみられるが，不透明帯終りと透明帯の始めとの境界を輪紋と規定した．図版

* 1956年許可隻数，底曳769隻，トロール49隻
** 材料と方法の項で詳述する．

Date	Number of specimens	Locality of collecting (Number of official blocks)
Feb. 4, 1954	20	248, 257, 258
June 16, 〃	43	326
July 13, 〃	11	190, 200
Aug. 11, 〃	65	319, 329, 345
〃 24, 〃	5	?
Sept. 22, 〃	30	190, 307
Oct. 19, 〃	11	306
Mar. 29, 1955	18	531
Apr. 21, 〃	73	260, 267, 288
May 29, 〃	11	532, 542
Aug. 26, 〃	100	317, 327
Sept. 13, 〃	15	325, 335
Nov. 17, 〃	30	320, 324, 329
Dec. 15, 〃	44	136, 137, 138
Jan. 14, 1956	12	322, 323
Feb. 24, 〃	57	278, 279, 289
Mar. 16, 〃	39	319
Apr. 18, 〃	40	522, 532
May 10, 〃	64	138, 140
〃 10, 〃	36	321, 328
〃 29, 〃	25	330
June 7, 〃	6	337
〃 8, 〃	32	339
〃 20, 〃	44	300
July 11, 〃	94	330
〃 27, 〃	36	328
Aug. 25, 〃	37	338
Sept. 18, 〃	3	148, 335
〃 19, 〃	50	158
Oct. 14, 〃	70	287, 297
〃 19, 〃	37	324, 343
Nov. 15, 〃	31	351, 361
〃 27, 〃	79	342, 352
Dec. 19, 〃	29	322, 323
〃 27, 〃	51	117
Jan. 18, 1957	40	290
Feb. 20, 〃	29	310
Mar. 28, 〃	55	267
Total	1472	

Table 1. Summary of the materials used in this study.

1に耳石の顕微鏡写真を示す．顕微鏡視野に現れる像を Abbe 氏描画装置を用いて20倍に拡大して写しとり，中心部より最も遠い縁辺（缺刻のある側）までの距離を耳石半径とし，その線分と各輪紋との交点をそれぞれ中心部より計測して各輪半径とした．単位はすべて mm. までゝある．尚耳石は左右相称であるが計測には主として右側のものを用い，特に右側のものが欠損しているとか輪紋が汚れて不明瞭のものについてのみ左側のものを使用した．

今耳石半径と各輪半径との関係を5輪群(80個体)についてみると第1図のようになり，夫々の輪にはほぼ対応が認められ前述のように規定した輪の妥当性が裏附けられる．

3. 体長と耳石半径との関係

性別，漁場別等を考えに入れずに体長と耳石半径との関係を正方眼紙上にプロットしてみると第2図の如くになり，調査した体長 140～500mm. の範囲ではこの両者の関係はほぼ直線回帰をなすように思われる．それ故，耳石を完全に採取することができた1442個体について最小自乗法によって回帰直線を計算すると

$$R = 0.2895L + 15.60 \cdots\cdots (1)$$

となる．こゝで L は mm. であらわした体長，R は耳石半径の実長の20倍を mm. であらわしたもので

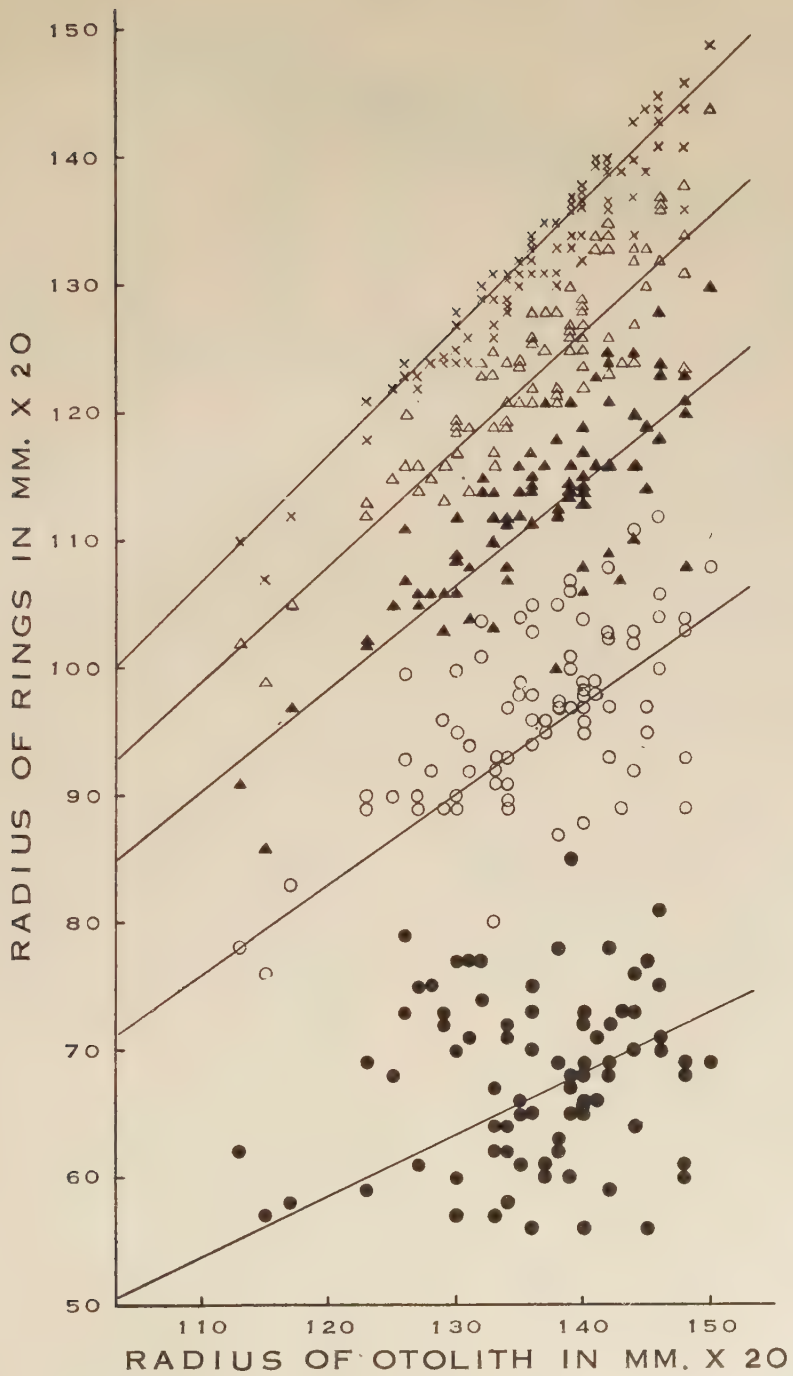


Fig. 1. Relation between the radius of the otolith and the each radius of ring in 5 rings group.

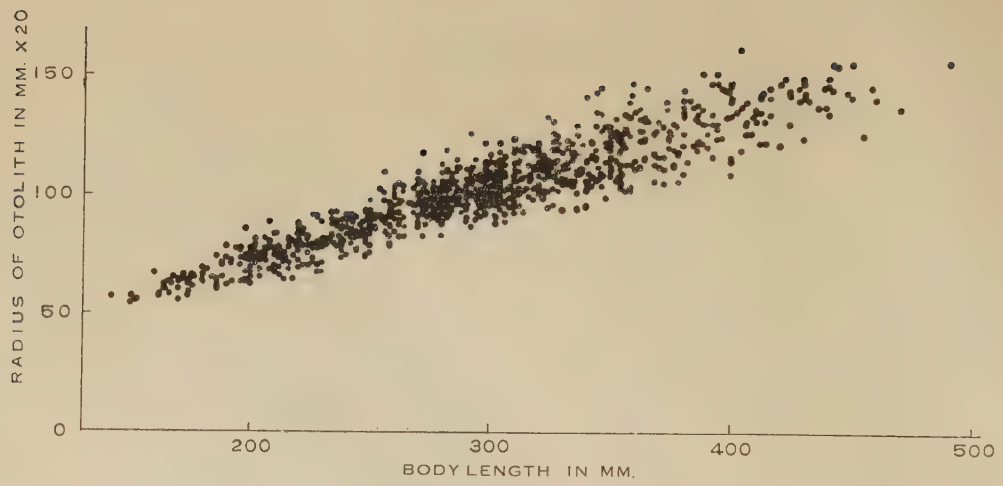


Fig. 2. Relation between the body length and the radius of otolith.

ある．

更に後に詳述するが魚群の移動回游から南北2つの群を想定して，1956年に得られた標本について33°N以北の資料（347個体）と32°N以南の資料（345個体）とにわけて同様にして計算すると

北　$R=0.2700L+21.70$……(2)

南　$R=0.2706L+25.57$……(3)

とあらわされる．

又南漁場のものを更に雄（151個体），雌（193個体）にふりわけて計算すれば

♂　$R=0.2936L+20.01$……(4)

♀　$R=0.2688L+25.14$……(5)

となる．

4. 輪形成時の体長

計算体長はまず本種の成長を大まかに見当づけるために漁場別，性別，年次等を考慮せずに全資料をこみにして計算した．すなわち各輪群別にそれぞれの輪半径の平均値を求め（第2表のA），これらを(1)式に代入して計算体長を求めたもので結果は第2表のBに示してある．この表でわかるように L_1 において僅かに Lee 氏現象が認められる．

次に漁場別に成長の差があるか否かを検討した．東海・黄海のタチウオの群系統の分析は笠原[1]によって最初に行われ，渤海および青島沖方面から南下し済州島西方で越冬する群と東海南部の大陸寄りに棲息して南北移動する群，及び東海北部にもう一つの群を想定している．戦後の底曳及びトロールの漁獲統計[3]を分析してみても，現在のところ笠原

(A)

Ring group	Number of specimens	Radius of ring					
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
1	404	74.07					
2	460	68.07	95.11				
3	272	67.54	95.75	110.34			
4	104	66.96	96.00	111.66	121.95		
5	79	67.70	96.16	112.27	123.68	132.00	
6	20	67.20	96.45	112.30	123.15	131.35	137.60
Average		68.59	95.89	111.64	122.93	131.68	137.60

(B)

Ring group	Calculated body length (mm.)					
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
1	202.0					
2	181.2	274.7				
3	179.4	276.9	327.3			
4	177.4	277.7	331.8	367.4		
5	180.0	278.1	333.9	373.3	402.1	
6	178.2	279.3	334.0	371.5	399.8	421.4
Average	183.0	277.3	331.8	370.7	401.0	421.4

Table 2. Average of the ring radius (A) and the calculated body length (B) in all samples.

の想定に大きな誤りはないように思われる．前にも述べたように現在の資料の集積状態から考えて，これら3つの想定された群系統を成長の面から解析を行うには必ずしも充分ではない．

特に笠原の想定する第二の魚群，すなはち東海南部の大陸寄りを南北移動すると思われる群については次の理由から殆んど標本が蒐集されていない．それは日中漁業協定によって29°N以南は軍事作戦区域に指定され漁船の出漁が減少したこと，及び下関を根拠地とする漁船は主として北方の漁場に出漁する傾向が強いこと等である．そのため現在の段階でタチウオ魚群の成長の異同を考えるとすれば，笠原の想定する第一の，すなはち渤海および青島沖方面から越冬のため南下する群（仮りに北の群とする）と第三の東海北部の群（仮りに南の群）とを比較する外はない．それで1956年に集められた資料を，時期と漁場とを考慮に入れて33°N以北と32°N以南の2つに分割して前と同様にしてそれぞれの輪群別輪半径平均値，及び計算体長を求めた．その結果は第3表A及び第3表Bに示す．

各輪群とも輪半径平均値では南漁場のものゝ方が少しく大きい．実際前項の (2), (3) 式を比較すると回帰係数には殆んど差がないが，常数項は (3) 式の方が少し大きく同一体長であれば南漁場の方が耳石半径が僅かに大きいような傾向がみられる．計算体長ではこの両者の関係が相殺されて各輪群ともに南北に殆んど差は認められない結果となっている．この結果からのみで群系統の異同を断定することはできないが，或いはこれらの群は一つの群として扱われるべきものかも知れないし，又は二つの群系統があるとしてもその両者にかなりの混合が行われているのかも知れないことも考えられ，これらの点につ

(A)

Ring group	Region	Number of specimens	Radius of ring				
			r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
1	N	105	75.32				
	S	62	79.61				
2	N	105	64.74	94.27			
	S	126	71.67	98.83			
3	N	81	66.46	95.91	109.85		
	S	73	69.39	97.26	112.72		
4	N	28	64.64	94.92	110.42	120.35	
	S	44	68.76	98.65	114.00	123.93	
5	N	20	65.10	94.80	110.45	120.95	129.25
	S	36	70.52	99.36	115.88	127.30	135.44
Average	N		67.25	94.97	110.24	120.65	129.25
	S		71.99	98.52	114.20	125.61	135.44

(B)

Ring group	Region	Calculated body length (mm.)				
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	N	198.6				
	S	199.7				
2	N	159.4	268.8			
	S	170.4	270.7			
3	N	165.8	274.9	326.5		
	S	161.9	264.9	322.1		
4	N	159.0	271.2	328.6	365.4	
	S	159.6	270.1	326.8	363.5	
5	N	160.7	270.7	328.7	367.6	398.3
	S	166.1	272.7	333.7	375.9	406.0
Average	N	168.7	271.4	327.9	366.5	398.3
	S	171.5	269.6	327.5	369.7	406.0

Table 3. Average of the ring radius (A) and the calculated body length (B) in northern and southern region.

いては尙他の面から，すなはち泅游系統や産卵習性，形態等より更に検討を要する問題であろう．

更に南漁場のものについて性別に検討してみると，輪半径平均値については第4表Aにみられるように各輪群とも大差はない．計算体長においては第4表Bに示すように，L_1 及び L_2 では殆んど差がみられないが L_3 以上になると雌の方が多少大きくなる傾向がある．しかしながらその差は約 20mm．内外であって，それぞれの体長に比較してそれ程大きいとは思われず，雌雄をこみにして取扱った第2表Bの数値で代表させても大きな誤りはないようである．

5. 成長についての考察

こゝでは東海・黄海産タチウオの成長の目安として全資料をこみにして得た計算体長（第2表のB）を用いることゝし，これらの数値を WALFORD の方法に従って定差図に描けば第3図のようになる．各点は略ゞ一直線上にのるようであり，この直線を最小自乗法によって計算すると

$$y=0.6665x+151.9 \cdots\cdots (6)$$

となる．こゝで $x=r_n$，$y=r_{n+1}$であり 0.6665なる係数は輪を形成するまでの成長率となる．この直線と原点を通る 45° 線との交点，すなはち (6) 式より

(A)

Ring group	Sex	Number of specimens	Radius of ring				
			r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
1	♂	37	78.56				
	♀	25	81.16				
2	♂	60	73.13	99.11			
	♀	65	70.13	98.61			
3	♂	25	66.96	98.26	110.40		
	♀	48	70.66	97.85	113.93		
4	♂	15	67.66	98.26	112.60	121.93	
	♀	29	69.39	98.86	114.72	124.98	
5	♂	11	70.54	99.63	116.36	126.90	134.00
	♀	25	70.52	99.24	115.68	127.48	136.09
Average	♂		71.39	98.29	113.12	124.42	134.00
	♀		72.37	98.64	114.77	126.23	136.09

(B)

Ring group	Sex	Calculated body length (mm.)				
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	♂	199.4				
	♀	208.4				
2	♂	180.9	269.4			
	♀	167.3	273.3			
3	♂	159.9	259.4	307.9		
	♀	169.3	270.5	330.3		
4	♂	162.3	266.5	315.4	347.1	
	♀	164.6	274.3	333.3	371.4	
5	♂	172.1	271.2	328.3	364.1	388.2
	♀	168.8	275.7	336.8	380.7	412.8
Average	♂	174.9	266.6	317.3	355.6	388.2
	♀	175.7	273.5	333.5	376.1	412.8

Table 4. Average of the ring radius (A) and the calculated body length (B) seperated by the sex.

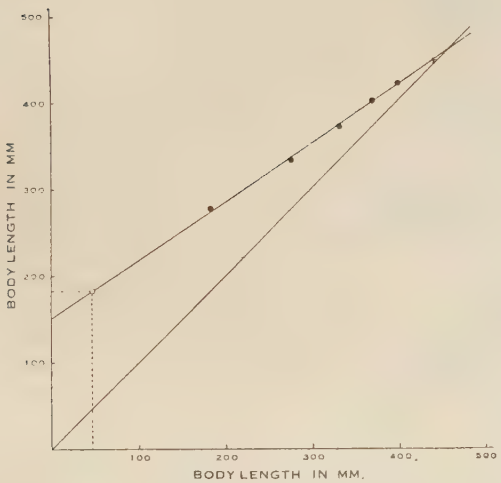


Fig. 3. Growth transformation curve.

$y=x$ として計算すれば，$L\infty=455.5$を得る．ちなみに現在まで得られた最も大きい個体は体長502mm.のものであって計算値より僅かに大きい．尚観察された最高の輪数は8輪で僅かに1個体あったのみである．

タチウオの生殖生態については後報で発表する予定であるが，その産卵期は5～7月頃と考えられる．又輪形成時期は後に述べるように年1回，2～3月頃であって発生後次の年の2～3月に初輪が形成されると考えればその間の時間間隔は約8ヶ月であり1年には満たない．今(6)式の y に $L_1=183.0$ を代入してみると $X=46.7$ となる．タチウオの成長が他の多くの魚種のような一般的な成長をするとすれば（ウナギの Leptocephalus 期におけるような体長の減少などがないとすれば），上に述べた事実から考えて X の価は0より小となる筈であって，現在の第1輪をそのまゝ真の第1輪と考えるのは不合理となる．こゝでこの調査で観察された第1輪の前にもう一つの輪ができる筈であるが何かの原因で形成されなかったか，若しくは形成されていたとしてもこの方法では観察され難かったと考えた方が妥当であろう．その輪を仮定して r_0 輪とし，計算体長を L_0 とすれば前述の通りに(6)式より $L_0=46.7$mm. となる．今この価について検討してみよう．

1957年3月までに漁船に依頼して得られたタチウオの幼魚は僅かに13尾であったが，'57年6月に筆者は当所の調査依託船長水丸（195トン）に乗船する機会を得て，主として337区及び532，543 区等の本種の産卵場と考えられる漁区を中心にトロール網による試験操業を行ったが，その際身網に附着してくる幼魚をかなり多く採集することができた．これらの体長の平均値を第5表に示す．標本の採集時期はいずれも本種の産卵時期又はそれ以前であって採集された年に発生したものとは考え難く，恐らくその前年に生れたものであろう．前に述べたように r_0 を想定して得た L_0 の価からみて，これらの幼魚の平均体長は大まかにみれば大体納得がゆき，この想定は正しいもものゝように考えられる．しかしながら同じ時期に採集されたこれらの標本も漁場によって

Date	Locality of collecting	Number of specimens	Means of body length
Apr. 12, 1955	566, 576	4	38.8
June 20, 1956	337	8	50.0
Mar. 26, 1957	334	1	58.0
June 20, 〃	337	116	60.7
〃 23, 〃	532, 543	243	84.2
	Total 372	Average	75.6

Table 5. Summary of the young fish collected.

かなり大きさが異なり，南の532，543区の平均体長は北の337区のものより約20mm．以上も大きい．このことは東海南部の群（笠原の想定する第二の魚群）の産卵期が北のものより早いためか，或いは成長速度が速いためか，又はこれら両者の相乗作用であるか今のところ不明である．前述した如く，30°N以南の標本は少なく笠原の想定する第二の魚群については成長の面からの解析はできていないが，これらの幼魚の平均体長の差は何を意味するか，産卵の調査とも相俟って今後に残された問題となるであろう．

次に L_1 以上の価の妥当性について検討してみよう．この目的のために月別体長組成（第4図）が用いられる．体長組成は購入した被調査魚及びそれ以外に下関魚市場にて測定したものと一部は1950年に当所が調査したもの(4)を合わせて総計 8076尾である．これらを年次，性別，漁場別に分割して用いるには資料が足りないので一括して取扱ったゝめ，体長組成のモードの変化にいくらか凹凸があるが成長に関して大凡の見当はつけられるようである．

1月より月を追ってモードの変化をみてみると，第一のモードは1，2，3月の各月には約20cm．の所にみられ，4～5月ではいくらか不明瞭であるが6月頃より少しく右に移動して 21cm．の所にあり，7月には23cm．8月には24cm．の所にあって春から夏にかけて急速に成長するように見受けられる．9月には27cm．，10月に25cm．，11月27cm．，12月26cm．と少し凹凸があるが秋から冬にかけてはそれほど成長しないように思われる．このことは後の輪形成生期の推定の項でも説明する．このモードが1月に27cm．の所にある第二のモードとして現われ，2月には28cm．，3月には不明瞭で4月に 27cm．，5月27cm．，6月には29cm．の所にある．そのあとはあまりはっきりしないが12月に30cm．位の所にあるモードに移るのであろう．これらの外に急加長と考えられる所謂ヒモタチと呼ばれるものが8月と10月に17～18cm．位のモードとして見られ，11月20cm．，12月17cm．と少し変動が激しいがこれが2～3月頃に20cm．位の所にある第一のモードに移行するのであろう．

輪形成生期は後に述べるように2～3月頃であるから，その頃の体長組成のモードと得られた計算体長とを比較対照してみると，20cm．位にある第一のモードが $L_1=183.0$ にほぼ匹敵し，27～28cm．の第二のモードが $L_2=277.3$ に相当する．L_3 以上はそれ以上のモードがあまりはっきりしないために確められないが，L_1 と L_2 に関してはその妥当性が証明された訳である．

こゝでそれぞれの計算体長と r_0 を想定して得た L_0 の価をとって，発生を6月とし3月に輪が形成されるとしてタチウオの成長曲線を描けば第5図のようになる．又これらの計算体長を体重に換算するために，尾部の完全な個体のうちから無作為に 271個体を選んで体長－体重の関係式を求めると

$$W=0.0018\ L^{2.5456}\cdots\cdots(7)$$

となる．但しWは gr.であらわした体重，Lはmm．であらわした体長である．(7)式にそれぞれの計算体長 L_0，L_1，…L_6 を代入してそのときの体重を W_0，W_1，…W_6 とすれば，$W_0=3.2$，$W_1=103.2$，$W_2=297.2$，$W_3=469.3$，$W_4=622.3$，$W_5=760.1$，$W_6=862.4$ とたる．第5図にこれらの価に基いて同様にして増重曲線をも描いてある．体長組成のモードの動き，及び後に述べる耳石の縁辺成長の経月変化等から春～夏と秋～冬の成長率に差があるようであるがこの図には示してなく，各点を無理のない曲線で結んだゝけである．

筆者は1954年度の研究経過報告(5)の中で体長組成のモードの経月変動より本種の成長を推定したが本研究結果とはかなり相異している．すなはち発生後満3年まではそれほど大きく喰違ってはいないが，

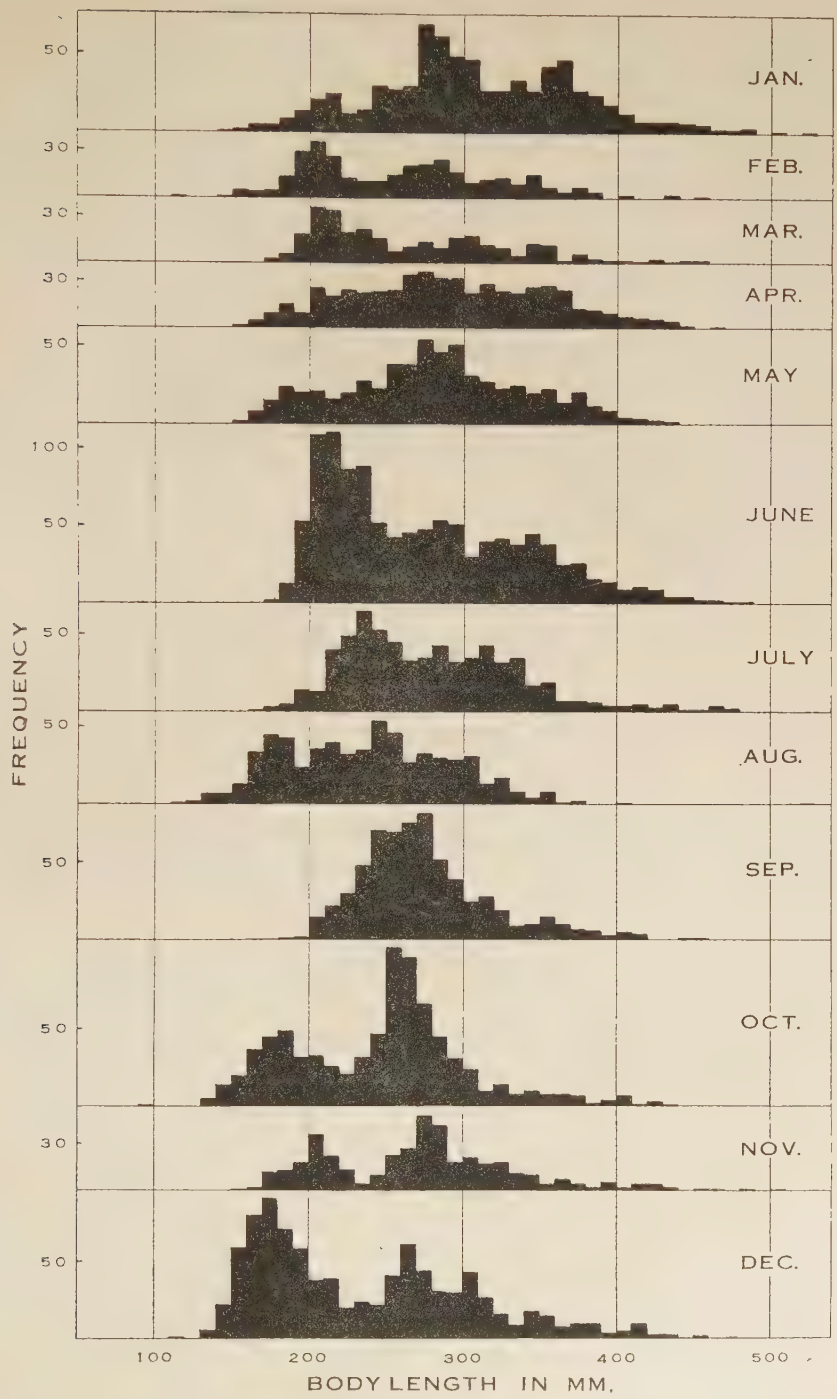


Fig. 4. Monthly changes of the body length frequency.

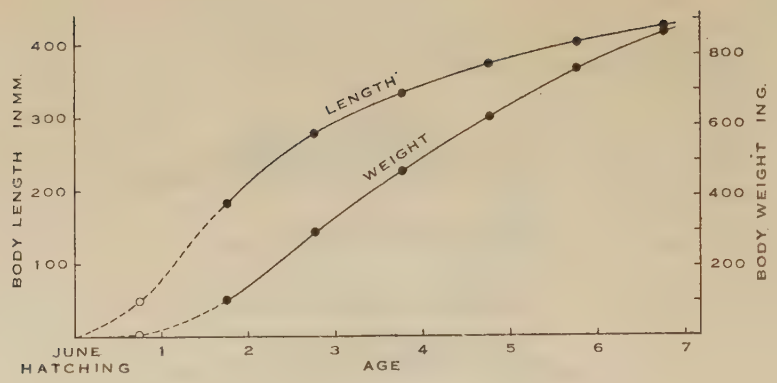


Fig. 5. Growth curves of length and weight.

それ以後の成長を過少に見積りすぎている．又南北漁場の成長の差をかなり大きくみているが，本研究結果より殆んど差はないという結論を得た．（但し前にも述べた通り南漁場の群とは笠原のいう第二の群ではなく第三の群である．）

又松井・高井の得た計算体長と本研究結果とを比較すると，農林296～297区で1～4月に採集された標本より得られた結果の l_2～l_5 が本研究の L_1～L_4 にほぼ合致するようであるが，他は大分相違している．

6. 輪形成時期の推定

前述のように規定した輪が何月頃形成されるものであるかを推定するために，米盛・相川[6]等がマサバで用いた方法に従って，耳石の marginal increment（最終輪から縁辺までの伸び）を指標として全資料について月毎に計算した．すなはち縁辺の伸びの程度を I とすると

$$I=\frac{R-r_n}{r_n-r_{n-1}} \quad \cdots\cdots(8)$$

R は耳石半径，r_n は最終輪半径，r_{n-1} は最終輪より一つ前の輪半径である．

こゝで若しある成長期間内のその個体の成長が極限に達し，次の輪が形成される直前であるとすれば，$R \fallingdotseq r_{n+1}$ であるから (8) 式及び (6) 式より

$$I=\frac{R-r_n}{r_n-r_{n-1}} \fallingdotseq \frac{r_{n+1}-r_n}{r_n-r_{n-1}} \fallingdotseq 0.6665$$

となる．(7) 式を用いて2輪群以上のもの852個体について，月別にその平均値と標準偏差とを求めて図示すると第6図のようになる．この図で明らかなように，11，12，1月の各月の平均値が最も高く約0.65である．

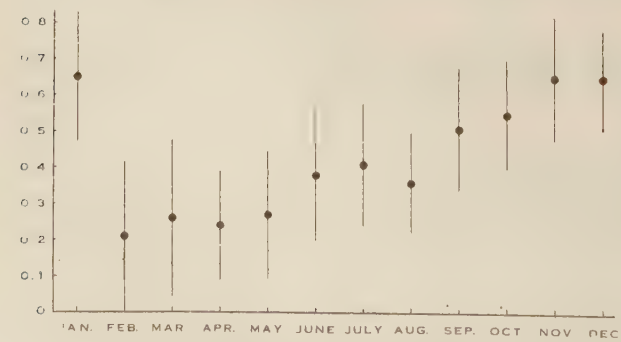


Fig. 6. Monthly changes of the averages of the marginal increment of otolith.

この値は計算値0.6665にほぼ近い．このことは初冬にはタチウオの成長が最高度に達しその後2～3ヶ月は停滞することを示すものであろう．このあと2，3，4月頃ではこの値が下降して0.21～0.26の間にあり，その後月を追うに従つて増加する傾向がみられる．このことは2～3月頃より新しい輪が形成され始めることを物語っている．その他に2～3月における標準偏差がそれ以外の月よりも大きいのは，これらの月には既に新しい輪が形成されたものと未だ形成されていないものとが混じっているためと考えられる．

これらのことから総合して輪紋の形成は年一回，2～3月頃に行われるもので，越冬のための生理的な変

化一成長の休止が輪紋となって観察されるのであろう。

摘　要

1954年2月から1957年3月までに得られた1472個体について，耳石を用いて年令査定を行い，その結果に基いてタチウオの成長について考察を行った．輪紋は耳石をキシロール中に浸して透過光線下で検鏡した際に観察される透明帯と不透明帯との境界と規定した．その結果は次の如くに要約される．

1．耳石半径と体長との関係を直線回帰とみなして計算した．全資料をこみにして計算すると(1)式で示される．1956年に得られた標本を33°N以北と32°N以南のものにわけて計算するとそれぞれ(2)，(3)式であらわされる．更に南の群を性別にみると雄は(4)式，雌は(5)式で示される．

2．輪形成時の体長は上の各式にそれぞれの輪半径平均値（第2，3，4表のA）を代入して得たもので，その結果は第2，3，4表のBに示される．上記のようにわけた資料について，それぞれの群に成長の差は認められない．又雌雄のものを性別にみると，L_1，L_2については殆んど相違はないがL_3以上になると雌の方が多少大きくなる傾向がある．

3．本種の成長の目安として全資料をこみにして得た計算体長を用いることゝし，定差図に描いて分析すると r_1 の前にもう一つ輪がみられるべきであるとして $L_0=46.7$(mm.) を想定した．L_0 の価は車船調査によって得られたタチウオ幼魚の平均体長から判断して略々正しいものと考えられる．又 L_1，L_2 の価は月別体長組成のモードからその妥当性が証明される．本種の体長－体重関係は(7)式で示され，これによって計算体長を体重に換算した．これらの価に基いて本種の成長・増重曲線を第5図のように作図した．尚 $L\infty=455.5$(mm.) と計算され，観察された最高輪数は8輪であった．

4．耳石の縁辺成長度を(8)式であらわし，この価の月別平均値の変動より輪形成は年一回で2～3月頃に形成されるものと推定される．又初冬11月頃には年間成長度は最高に達し，このあと2～3ヶ月は殆んど成長しないようであり，急速な成長は春から夏にかけて行われると思われる．

文　献

1）笠原昇，1948：支那東海黄海の底曳網漁業とその資源，日本水産株式会社研究所報告，3.

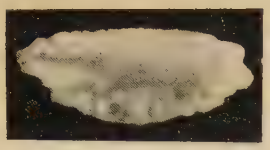
2）松井魁，高井徹，1952：東海・黄海産重要魚類の生態学的研究　第6報　タチウオ（*Trichiurus leptuorus* Linnaeus）の生態学的研究，以西底魚資源調査研究報告　No. 4.

3）水産庁福岡漁業調整事務所，1953～1957：以西トロール機船底曳網漁業漁獲統計要報，No. 12～20.

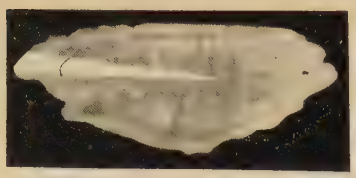
4）西海区水産研究所，1950：東支那海魚体測定要報，第二巻.

5）西海区水産研究所，1955：東海・黄海における底魚資源の研究 (2).

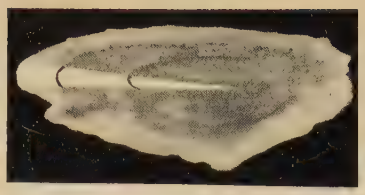
6）米盛保，相川広秋，1956：対馬暖流海域マサバ（*Pneumatophorus japonicus*）の年令査定に就いて，対馬暖流開発調査，No. 4.



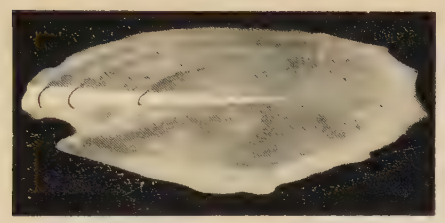
0 RING



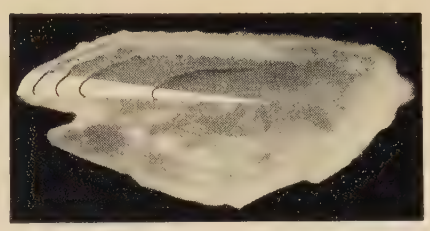
1 RING



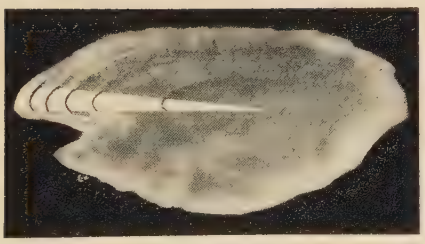
2 RINGS



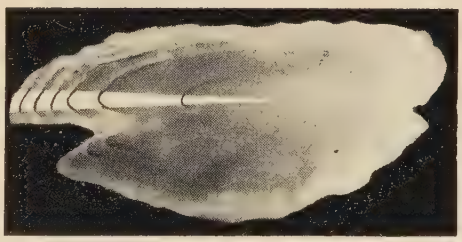
3 RINGS



4 RINGS



5 RINGS



6 RINGS

Plate 1. Photomicrographs of the otolith of the ribbon fish.

0. L. 180mm. ♀ Aug.
1. L. 276mm. ♂ Oct.
2. L. 324mm. ♀ Oct.
3. L. 360mm. ♂ Oct.
4. L. 392mm. ♂ Oct.
5. L. 408mm. ♂ Oct.
6. L. 426mm. ♀ Oct.

東海・黄海産イヌノシタの成熟産卵について

真子　渺・田川　勝

Maturity and Spawning of Sole *Cynoglossus robustus* in the East China and the Yellow Seas

by

Hiroshi Mako and Masaru Tagawa

西海区水産研究所業績　第95号

RÉSUMÉ

The geographical distribution of the Sole *Cynoglossus robustus* Gunther extends from the south of the Yellow Sea to the central part of the East China Sea. The said fish is generally called Akashitabirame (meaning the red sole), *Arelıscus joyneri*, but belongs to *Cynoglossus* because it has two lateral lines on the left side of one body.

The supposed spawning ground of the present fish was not trawled by Japanese fisheries and not investigated by our vessels, so we could not research precisely the spawning habit of the fish and not collect its ripening ova and larvae. In the present work, we dealt with the gonad weight, ova-diameter and the result of the inspection of fresh ovary. The materials used here were collected from the catches of bull trawlers. In order to examine the spawning ground, the fishery statistics were used. The results obtained here are as follows:

1) Classification of maturity; In female, the ovaries are fairly classified into five stages by the average diameters of the large ovarian eggs in the last mode of ova-diameter frequency polygon (Refer to Fig. 2). On the other hand, the ovaries are easily classified into four types by general naked-eye appearence, too. Stage A in the former, which absence of the visible eggs in the ovary, corresponds to "Spent" in the latter, Stage B and C are contained "Immature", in which the ovaries bear the visible eggs but the transparent eggs are not recognized. Stage D corresponds to "Maturing", in which the transparent eggs appear in the ovary. Stage E is indicated "Spawned", the ova-diameter frequence distribution of this stage resembles to that of stage C, but discriminate from them for luking of the tensity of ovaries. The ovaries of stage "Spent" include the two sorts of them, one belonging to the adult form which spawned in the last season, while other to immature form.

2) Spawning season; In Figure 3 is illustrated the seasonal variation of average weight of the ovary. According to this figure, the ovary begins to increase in weight from April and suddenly grows heavier in June. It reaches to maximum weight in July. After then, the weight of ovary falls rather rapidly, coming to minimum in the autumn. On the other hand, the authors observe the fact that the "Maturing" females make their appearance only in June and July (Fig.5). Concerning the dates mentioned above, it must be noted that there was the lapse of time, from three to twenty days, before the fish was sampled, because they represent the days when the fish were brought to the market, but not caught. According to the above mentioned results, the most prosperous spawning is thought to occur from the end of June to the end of July.

3) Size at first maturity; The percentage of "Maturing" stage among females found in each 10 millimeters groupings may be seen Table 1. In female, the minimum size of "Maturing" form is assumed to be 230mm. in body

length. Ochiai (1954) reported that the average body length of two age fish was 221 mm. and that of three age fish 262mm., so it might be unreasonable to conclude that some of two age fish and majority of three age fish begin to spawn for the first time.

4) Spawning ground; The seasonal migrations of the present fish presumed from an accurate statistic of fishery are shown in Figure 6. They are generally found in deeper regions in winter and in shallower regions in summer. The monthly change of the catch per haul in each block divided by longitude may be seen in Figure 6. In July, the spawning season, the value of the catch per haul in each block is the lowest in all the year round, but is relatively higher in I and J blocks than the other ones (Refer to Fig. 7). Accordingly, it will be probable to conclude that the fish approach to the shallow seas along the coast of China from the offing for the spawning in this season.

1. まえがき

東海・黄海に棲息する *イヌノシタ Cynoglossus robstus* Gunther の分布は広く東海中部から黄海中部に及んでいて，秋から冬にかけて可成り多く漁獲されている．その主な漁場はソコトラロック附近からバーレン附近にかけての海域であって，ウシノシタ魚類の中ではクロウシノシタ，ムラサキシタビラメと共に経済的に最も重要な魚種の1つである．

ウシノシタ魚類の分布に関しては落合 (1957)[1] の詳しい報告があるが，それによればイヌノシタは亜熱帯性種であって分布の中心は北緯29度50分附近にあり，ムラサキシタビラメと共に近接した分布をするといわれる．東海産イヌノシタの分布の中心は落合[1]のいうより稍々北にあり北緯30°～32°に分布の中心があるようであるが，他の魚種との分布の関係は明かでない．

本種の産卵場は後述するように大陸沿岸添の浅海にあると思われるが，それらの海域は日本漁船の操業しない区域となっているため，本種の産卵生態について詳しく調査することは出来なかったし，又卵或は稚魚の採集も行われていない．筆者等は以西手繰網漁船によって漁獲されたイヌノシタの魚体測定を行い，これらの資料をもとにして本種の成熟産卵について若干の知見を得たので，その結果を報告する．

本種は一般にはアカシタ又はアカシタビラメと呼ばれており，漁獲統計，その他の東海・黄海産魚類に関する図書（文献）等にも殆んどアカシタビラメと報告されている．併し本種は有眼側の側線数が2本である点アカシタビラメ属 *Areliscus* とは異り，イヌノシタ属 *Cynoglossus* に属する魚種である．なお，東海・黄海産アカシタビラメ *Areliscus joyneri* の分布は明らかでなく，東海黄海に分布していることは確からしいが*，筆者等は未だその標本をみない．

この報告を書くに当り，魚体測定作業に協力していたゞいた同室の竹下節子，佐久間智美恵の両嬢，種々御教示をいたゞくと共に本稿を校閲していたゞいた伊藤潤所長，村上子郎資源部長，木部崎修技官，又本種の同定をお願した京都大学水産学科落合明氏に対し深く感謝する．

2. 資料と方法

こゝに使用した資料は主として 1954 年1月より 1957年9月までの間に長崎魚市場に水揚げされた以西手繰網漁船の漁獲物より随時魚箱単位に購入し，魚体測定を行って得たものである．

測定は体長，体重，性別，生殖腺熟度及び重量について鮮魚のまゝ行った．体長は頭部先端より urostyle bone を除く脊椎骨末端までを 1mm 単位に，体重は稈秤で 1gr 単位に，生殖腺重量は上皿天秤で0.1gr 単位に計測した．生殖腺は重量を計った後肉眼観察による熟度の判定を行いブワン氏液で固

* 落合氏よりの私文による．

定保存し，卵径測定に供した．

なお，こゝで示す年月日はすべて標本が長崎魚市場に水揚げされた日であり，漁船の1航海日数を平均22日とみて，実際の漁獲日とは約3～20日間のずれをみなければならない．又，産卵場については1953年～1956年の漁獲統計の資料を分析して推定を行った．

3. 生 殖 腺 の 形 態

イヌノシタの生殖腺は肛門より後部の体の両側にあり，肉眼的に雌雄の判別は明瞭である．即ち，精巣は成熟した個体でも著しく小形で周年殆んど変化が見られず，重量も 0.1～0.5gr 程度のものが大半を占めている．又精巣は外形及び色等にも周年殆んど変化は見られず，肉眼的に成熟状態を識別することは困難であった．

卵巣は精巣に比べ著しく大形で体の後部まで伸びており，魚体の$^2/_3$ 以上にまで及んでいて，成熟が進むにつれて漸次肥大する（第1図）．本種の卵巣は一般に有眼側のものが無眼側のものより稍々大きく且つ長く不対称形であるが，1956年8月23日採集した標本の中に有眼側の卵巣がないもの及び無眼側の卵巣がないもの，又1957年8月24日採集した標本の中に無眼側の卵巣がないものが，それぞれ1個体づゝあった．これらの個体は本来卵巣のあるべきところに全く根跡も認めることが出来なかった．又1957年9月12日採集した標本の中に卵巣は両側共にあるが，有眼側の卵巣が後部中間より細く分枝しているものが1個体あった（第1図参照）．これらの個体は何れも奇形とみられるが，卵巣自身は何れも他の正常なものと較べて特別の変化は認められなかった．

Fig. 1. Diagrammatic drawings of ovary of Sole.
The upper drawing shows the ovary lying in the muscules, the middle one, the normal "Maturing" ovary and the lower one, the deformed ovary.

4. 卵巣の成熟過程

同一時期に漁獲され，又ほぼ等しい体長をもつ魚体でも群により或は個体によって熟度の差が大きい．又卵巣重量も後述するように個体による差が大きいので，卵巣重量によって成熟度を判断することは余り適当な方法とは考えられない．一般に生殖腺熟度の表現方法としては肉眼観察，生殖腺係数（卵巣重量を体重等で割った値），卵径頻度分布或は組織標本による方法等があるが，筆者等は主として卵巣熟度を肉眼観察により判別する方法を用い，卵径頻度分布との対比を行ってこれを確めた．

i） 卵径頻度分布からみた成熟過程

a） 卵径測定方法　卵径は卵巣をブワン氏液で固定した後少量の，卵粒を取り出し水中でバラバラにほぐし，この中から任意の量をピペットで吸取り，スライドグラス上に並べて検鏡し，接眼ミクロメーターを用いて1/60mm 単位に読み取った．読み取りは卵径 0.16mm 以上につき200粒になるまで続けた．卵径0.16mm 以下のものはその数が非常に多く全体の正しい頻度分布を得るためには極めて多数の測定が必要となるのでこれらの小型卵は計測から除外した．又予め卵巣の前，中，後部の3部位における卵径頻度分布を比較してみたところ有意な差を認めることは出来なかったので，以後の測定では卵粒はすべて輸卵管開口部よりやゝ尾部に近よった一定の部位から採取した．なお，卵は固定の際の状態により楕円体に変形したものもあったが，これらの卵は同一体積のものが回転楕円体に変形しているものと仮定し，長・短軸を読み取り修正値を求めて卵径とした．

b） 卵径頻度分布　個体による成熟度の変異が大きく又同一群から連続した標本を得ることは出来ないので卵の成熟過程を正確に追跡することは出来ない．然し，熟度別に卵径頻度分布を求め，その型，特に頻度分布の最終 mode の位置によりこれを並べると卵の未熟から放卵までの様相を知ることが出来る．

第2図は卵径頻度分布の mode の位置により卵の成熟過程を模式的に示したものである．図に示したように卵巣の成熟過程を次のように分類した．

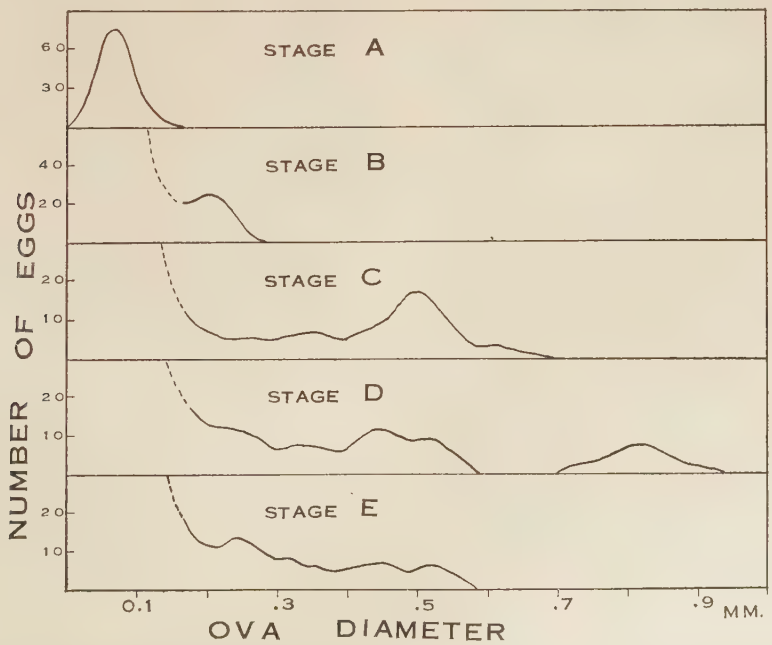


Fig. 2. Ova diameter frequency polygons showing the growth of the eggs to maturity.

Stage A; 卵径頻度分布の mode は0.1mm 以下に1つあって，卵巣内には稚い卵母細胞のみが存在している。この Stage のものには既に産卵を終えて，卵粒が吸収されたものと未だ産卵を行ったことがない所謂未成熟魚のものとがあり，両者を頻度分布の上から区別することは出来ない。しかし，肉眼的には1度産卵した個体の卵巣は稍々肉色を呈しており，未成熟魚のものは寧ろ無色に近いので概略の判別は可能である。

Stage B; 頻度分布をみれば0.3mm以下に2つの mode が認められる。しかし，この Stage までは卵粒を肉眼で認めることは出来ない。

Stage C; 頻度分布の最終 mode は0.5mmを中心に0.4～0.6mm の間にあり，卵細胞は卵黄球期に達しており，肉眼的にも明瞭に卵粒を認めることが出来る。

Stage D; 卵径頻度分布の最終 mode は0.8mm 附近を中心に0.7～0.9mmの間にあり，最終 mode に属する卵粒は透明になり完熟に近く不透明卵の間に混在している。透明卵は他の底魚類と同様に放卵直前には輸卵管開口附近に集結して同時に放卵されるものと思われるが，そのような卵巣を持つ個体は全く採集出来なかった。又この Stage では0.4～0.6 mm の間に不透明卵よりなるもう一つの mode があり，2つの mode 間は完全に分離している。これはブワン氏液の固定により，透明卵と不透明卵の膨脹或は収縮の差により生じたとも考えられるが，その点については確めていない。又，この二番目の mode に属する卵の一部はなお成熟して透明卵になると思われるが，この mode に属するすべての卵粒が放卵されるかどうかについては明らかでない。クロダチ[2]，マエソ[3]，レンコダイ[4]等の例からみればこの第2番目の mode を形成する卵の一部はその産卵期には放卵されずに吸収されるようであり，本種でもそのような経過を辿るかも知れない。

Stage E; 頻度分布には判然とした mode はみられないが，0.5～0.6mmの間に2つの小さなmode がみられ，総体的には多角形を呈している。

この Stage と Stage C とは多少似た頻度分布を示しており，卵径頻度分布のみでは熟度の区別は困難であるが，卵巣重量，外形等の状態により肉眼的には比較的明瞭に区別することが出来る。

ii) 肉眼観察による卵巣成熟の過程

前述のように，卵径頻度分布を求めることによって卵巣の成熟過程をたしかめることが出来るが，多くの標本についてそのような操作を行うことは非常な労力を要するので，肉眼観察によって成熟度を調べ，これと前記の卵径頻度分布の結果と対比させて肉眼観察による熟度判別の可能性を確めた。即ち，卵巣の大きさ，外形，重量，透明卵の存在状態等を基準に肉眼観察を行い，卵巣熟度を以下述べるように4つの Stage に分類した。

Immature; 肉眼的に卵粒が認められるようになったものから透明卵が現われる前のものまでを Immature とした。卵径頻度分布の上からは Stage C に属するが，Stage B と Stage C との中間のもので卵粒が外見的に見えるようになったものを含んでいる。即ち，外見的には卵巣が寧ろ紐状を呈しているものから卵巣内に未熟卵を充満して外観充実感を有するものまでかなり広範囲のものを含んでいる。

Maturing; 卵巣内には透明な成熟卵が不透明卵の間に点在又は相当量含まれているが，それらの卵粒は特定の部位に集合していることはない状態のもので，他の熟度のものとは明瞭に区別し得る。卵径頻度分布の上からは Stage D に属する。

Spawned; 放卵後間もないもので，卵巣内には残留卵が可成り残っているが，外観上充実感がなく卵巣膜がたるんでいるので容易に識別出来る。卵径頻度分布の上では Stage E に属する。前述のように Stage C との区別は寧ろ肉眼観察による方がより良い結果をもたらすと考えられる。

Spent; 放卵後の残留卵が退化吸収されたもので，卵径頻度分布の上からは Stage A に属する。なお，筆者等はこれらの卵巣と未成熟魚の卵巣とを特に区別せず肉眼的に卵巣内の卵粒が認められないものはすべてSpent として取り扱った。従って，Spent と称したものには2種類が含まれている筈である。

以上の4つの Stage に分類したが Spawned と Immature との間には多少の混同があるかも知れない。以下，産卵期，成熟体長の推定等にはすべてこの肉眼観察による基準を用いた。

5. 産 卵 期 の 推 定

i) 卵巣重量の季節変化

卵巣重量の季節変化をみるために，体長 23cm 未満の未成熟魚と思われる個体を除外し，月別の平均卵巣重量を求めると第3図に示したようになる。図

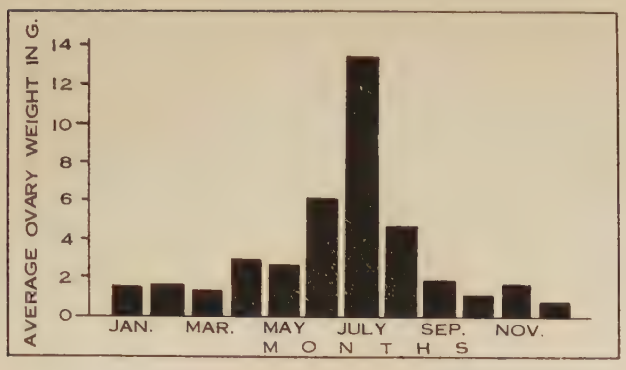


Fig. 3. Monthly change of average weight of ovary measuring more than 23 cm. in body length.

を見ると平均卵巣重量は4月から稍々増大し始め，6月になると急激な増加を示し6gr以上になる．7月には更に大きく，その値は13gr以上に達し年間最大となるが，8月には急激に下降し，5gr程度に減少する．9月以降翌年3月までは2gr以下となり極めて低い値のまゝで大きな変動はみられない．

卵巣重量は一般に親魚では産卵期が近ずくにつれて増大し，平均卵巣重量の値は産卵盛期の直前に最大となり産卵盛期には寧ろやゝ減少すると考えられるので，本種の産卵期は6～7月中であることが推定される．

卵巣重量の値は年令により或は個体によって差があり，又同じ個体でも成熟度によって変化する筈である．従って，平均卵巣重量のみから判断することは危険であるので，月別に体長と卵巣重量との関係をみると第4図のようになる．即ち，各体長群における卵巣重量は6月以降急激に増加し，7月も大体同じ水準にある．しかし，年による変動も可成り認められるようであり，特に1957年6月4日に採集された群の卵巣重量は著しく低い値を示した．この群の卵巣をみるとSpent及びImmatureに属するものゝみであり，既に産卵を終えたものとは考えられなかった．この年の7月の採集標本からみると，イヌノシタのすべての産卵期が遅くなったようにも思われないから，特に産卵期の遅い群が存在するものと考えられる．又7月の卵巣重量は6月に比較して同一体長のもので稍々減少しているように思われるが，群間の変異も考えられるので精しいことはわからない．体長（年令）による成熟期の差は認められない．

ii）卵巣の各Stage別出現割合

前記の方法により分類した卵巣の各Stageを月毎にまとめて第5図に示した．図をみるとMaturingの出現は6月と7月の2ヶ月間だけであり，Spawnedは8月以外にはみられない．6月に透明卵をもった個体もあるので7月中にSqawnedの個体が現われても良い筈であるが，肉眼観察による熟度判定の誤差或は後述するように産卵場が大陸に近い海域であるため，産卵を行った群は7月中には殆んど漁獲されないことなどが原因と考えられる．Spentは9月から現われ，10月には殆んどの個体がこのStageに属している．又，9月以降卵粒は次第に退化吸収されSpentのStageを続けるが，翌年春になると次第にImmatureへと移行し産卵期前の4～5月には殆んどの個体がImmatureに属するようになる．なお，6月に多少Spentの個体が現われているが，これは前に述べた通り1957年6月4日採集のもので群間の成熟のずれとも考えられるが精しいことは判らない．

iii）産卵期

以上述べたように，卵巣重量の季節的な変動と卵巣熟度別にみた個体の出現状況はよく一致する．したがって，この二点から考えてイヌノシタの産卵期は年1回，7月中にあると推定される．

しかし，産卵期は年によるずれも考えられるし，漁場と産卵場とのずれも見込まなければならない．又，前にも述べたように特におそく（或は早く）産卵に参加するような群が存在することも確からしい．しかしながら，そのような群の存在は少なく，イヌノシタの産卵期は大体6月の下旬から8月上旬にあるといってもよいようであり，特にその盛期は7月中・下旬にあるように考えられる．

6. 最初に成熟する体長

卵巣内に透明卵が多少とも混在する個体（Maturing）はその年に産卵を行うものと考え．1955～1957年の6～7月の資料を用い，上記のような成熟卵巣をもつ個体の割合を1cm体長間隔毎にまとめると第

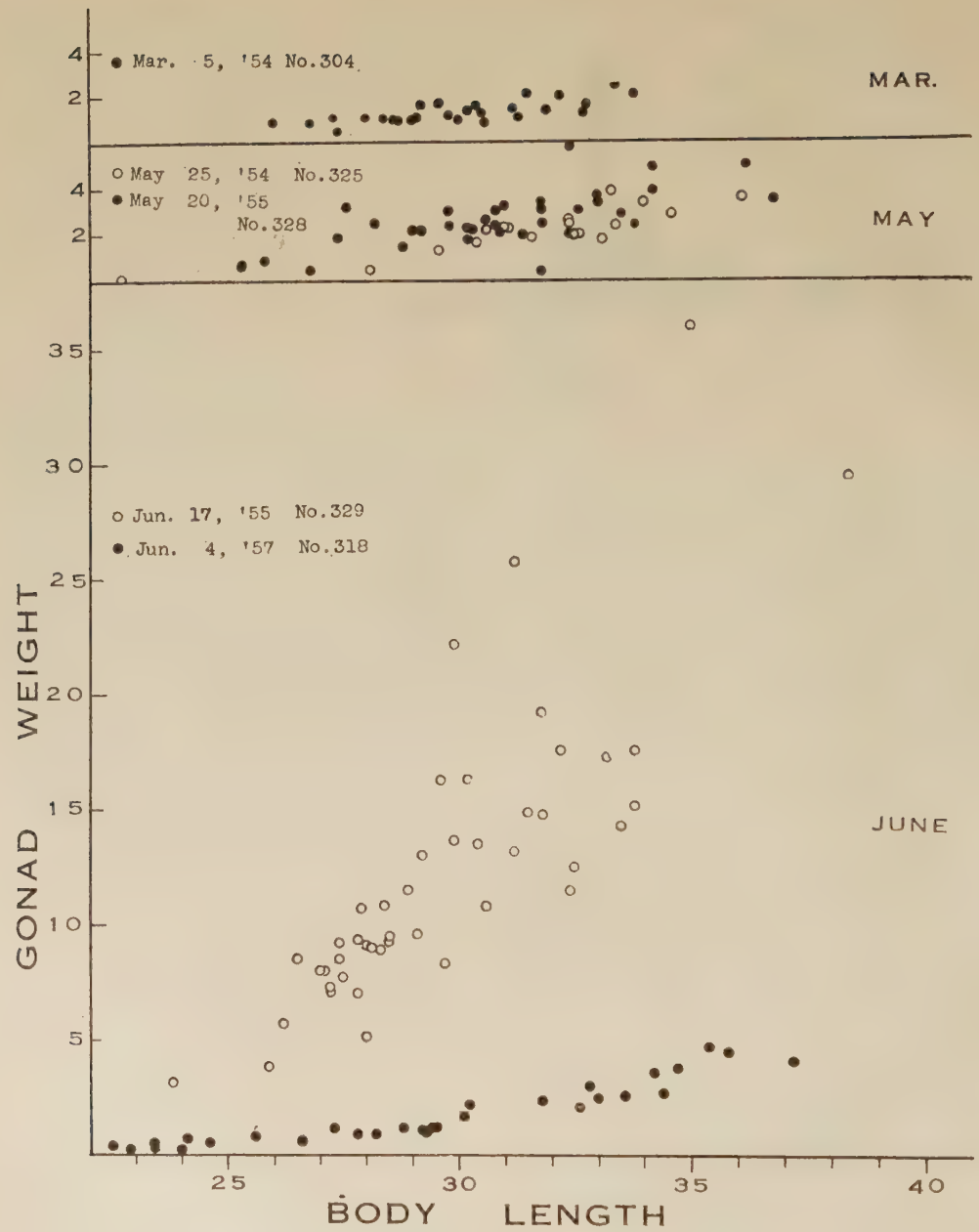


Fig. 4–1. Showing the relations between ovary weight and body length in each sample. No. indicates the number of official block.

1表の通りになる．この資料では小型魚の標本が少い *ので明確なことはわからないが，筆者等の取り扱った資料の範囲内では成熟卵巣をもつ個体の最も小型のものゝ体長は 23cm であった．したがって，

* 青山，北島(1957)[3]によれば2寸目のコッドの網を使用した場合ウシノシタ魚類では小型魚(体長24cm以下）の大半は網目から抜けるとしている．又本種の小型魚はたとえ漁獲されても所謂“ゴミ”として捨てられる場合が多く，滅んど水揚げされないので，より詳しくは別の方法で小型魚の採集を行い研究しなければならない．

少くとも体長23cm に達した雌の中にはその年に産卵する個体があると考えられる．資料数も充分でなく，各体長群のどの位の割合が産卵群に加わるものか，又どの位の体長になれば殆んどの個体が産卵するものか明らかでないが，26～27cm 以上の個体とそれ以下のものと比較すると７月中の卵巣重量は９月以降のものに比較して増加率が高い（第４図参照）から，26～27cm 以上のものはその殆んどが産卵に加わるとみても大きな間違いはないであろう．

落合（1956）[6] によれば，イヌノシタの年令に対する平均体長は，Ⅱ才魚で標準体長 22.1cm，Ⅲ才魚で26.17cm となっている．この値が東海産のものと大差ないものとすれば上記の結果と照し合せて，Ⅱ才魚ではその１部が産卵に加わり，Ⅲ才魚では殆んどの個体が産卵群に加わるものと考えられる．或は体長 23cm 位のものはⅢ才魚の成長のおそいものかも知れないが，年令査定の結果をみないとその点はっきりしたことはわからない．

7. 産卵場の推定

正確な産卵場を知るためには海上調査によって，卵・稚魚等の分布状態を調べることが望ましいが，こゝでは漁場別の漁獲統計から魚群の移動を求めて間接的に産卵場の推定を行った．

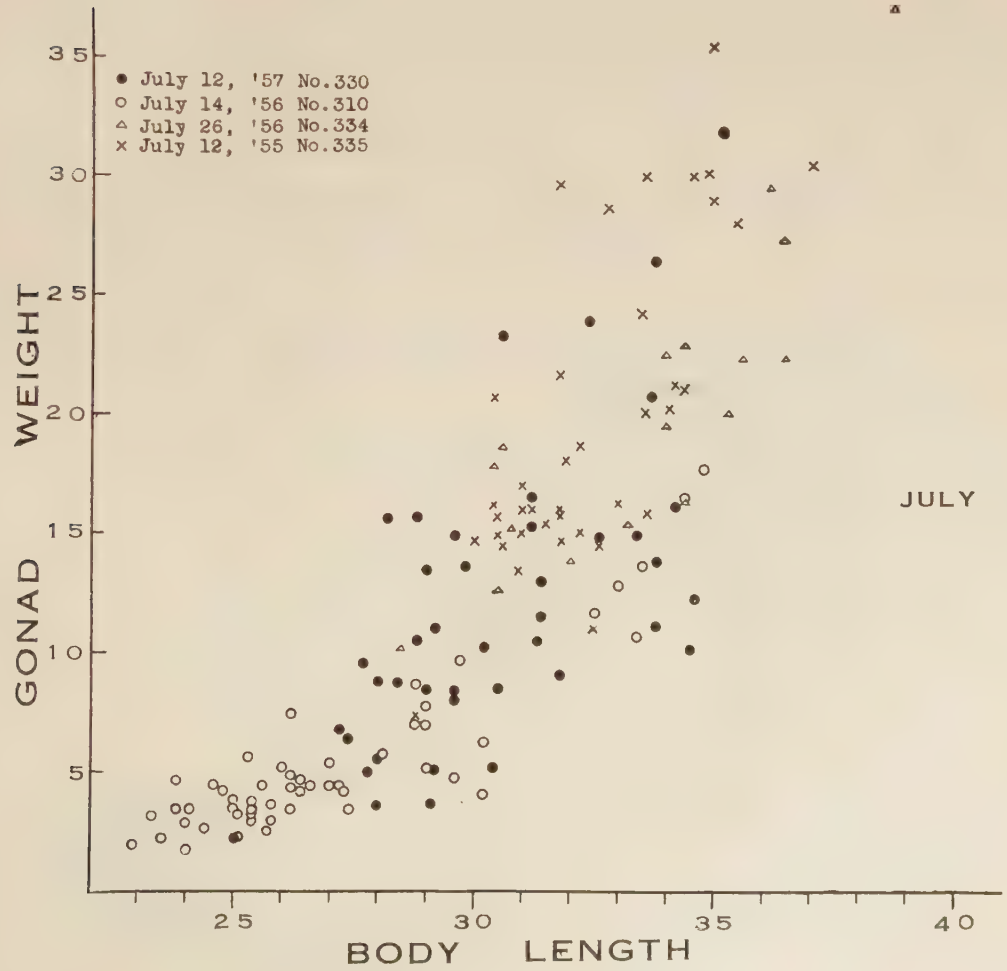


Fig. 4-2

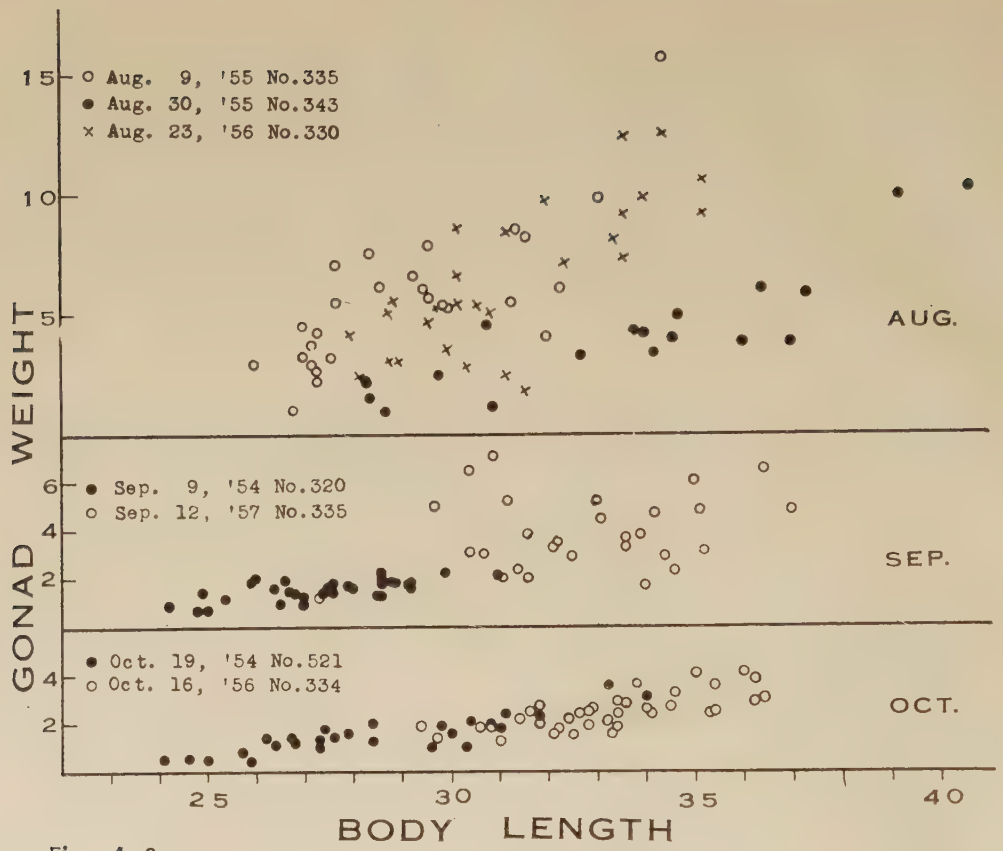


Fig. 4–3

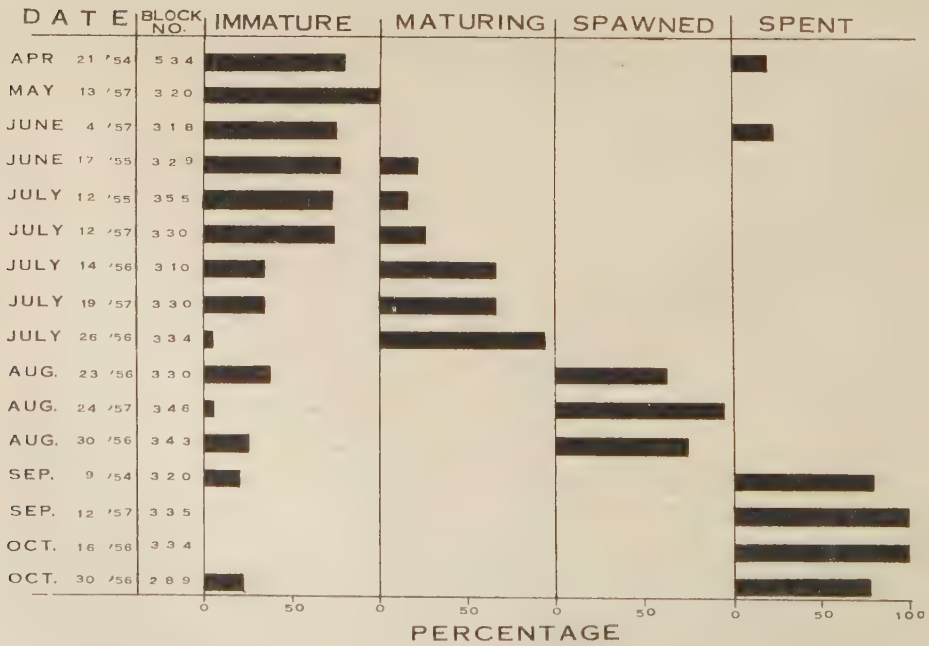


Fig. 5. Seasonal changes of percentage of each stage of matuaity.

Body length in cm.	Total number of female specimen	Number of maturing female	Percentage
22	1	0	0
23	5	1	20
24	9	4	44
25	22	9	41
26	15	9	60
27	24	10	42
28	29	8	28
29	30	11	35
30	22	7	32
31	33	10	27
32	16	3	44
33	24	5	42
34	17	2	18
35	9	5	56
36	4	2	50
Total	260	84	35

Table 1. Number and percentage of maturing females contained in each one centimeter of body length.

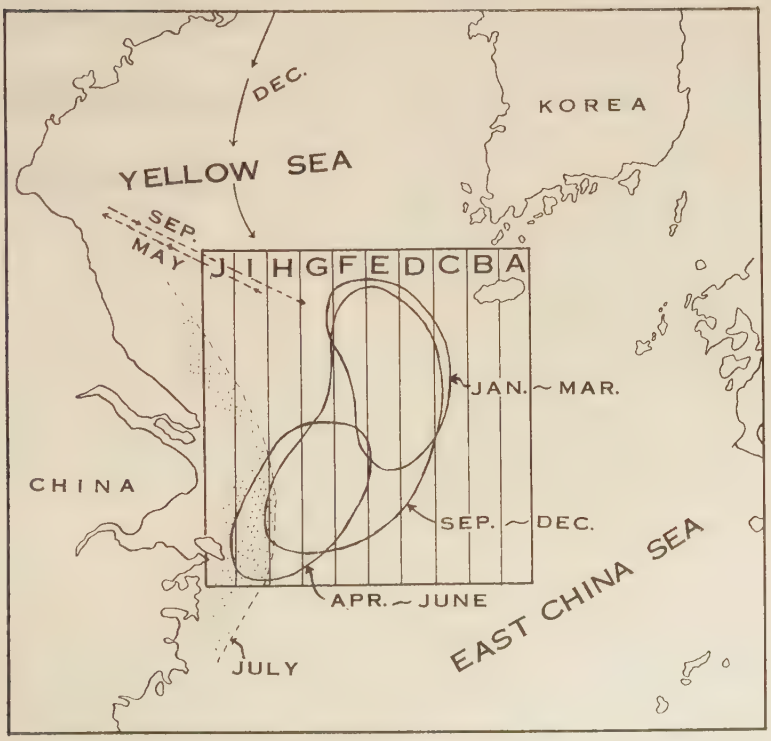


Fig. 6. Showing the seasonal migration of the sole.

1953～1956年の漁獲統計から農林漁区別に月別の一曳網平均漁獲量 *を求め，イヌノシタ主群の季節的な移動をみると第6図のような想定図が出来る．年による若干の差はあるが，一般に，秋から冬にかけては杭州湾沖合からスコトラ・ロック附近の稍々深い水域に濃密に分布している．1～2月には一時全体として魚群密度は薄くなるが，春から初夏にかけて再び可成り密な魚群が大陸沿岸側に向けて移動する状況がみられる．一方この時期には黄海方面への移動もあるようであるが，詳しいことはわからない．5～6月には大陸に可成り近いバーレン附近の漁場に可成り密な群がみられるが，7月には全域共に魚群密度は極めて低くなり明瞭な群はみられない．9月以降は杭州湾沖から次第に濃密な群が現われ東へ広く移動する．そこで，これらの季節的な移動の傾向を更に確めるために，この海域内を第6図に示したような経度ブロックに区切り各ブロックの一曳網平均漁獲量の値を求めると第7図に示すようになる．この結果は前述のことを裏書きしており，季節によって東西方向えの移動が顕著に伺われる．各月ともFブロックに谷が出来ており，こゝを中心に2つの群に分かれるように思われる．前述の黄海方面に移動する群と東海の群との区別を示すものかも知れないが，この点は今後更に調査しなければならない．7月の産卵期についてみると，各ブロック共一曳網平均漁獲量は減少し，魚群が漁場外に逸脱したように考えられる．但し，I, J ブロックは相対的に高くなっており，魚群の離散はこの方向から行われたように思われる．8月になるとGブロックに小さな山がみられ，9月以降は総体的に再び高い値を示し，次第にその中心は東側に移行する．

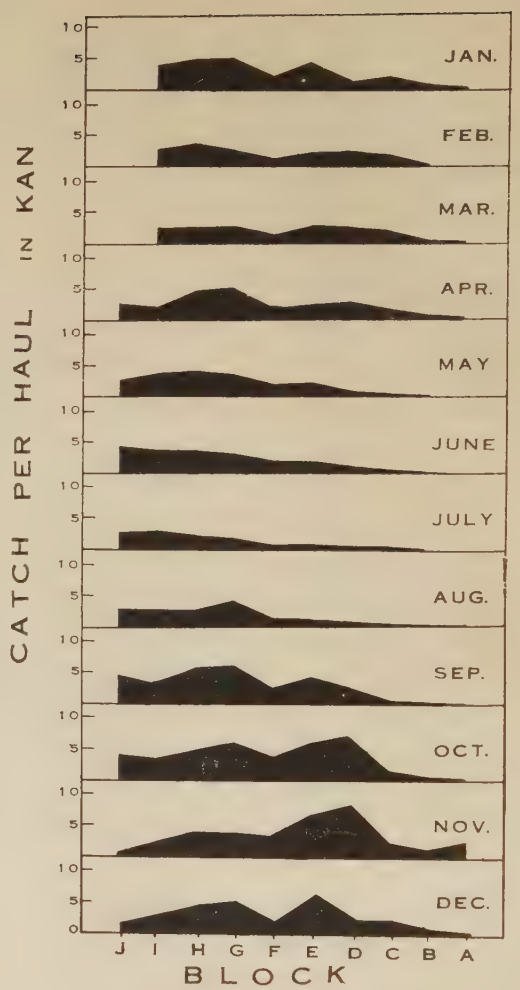


Fig. 7. Monthly change of catch per haul in each block divided by longitude.

このような点から，産卵期と考えられる7月にはイヌノシタ魚群は日本漁船の操業する海域を離れて，大陸沿岸の浅海に向うものと考えられる．前述のようにイヌノシタでは，産卵直前と思われる卵巣（透明卵が卵巣の一部に集合したもの）をもつ個体を採集出来なかったが，これも産卵場が漁場を離れた海域にあったゝめと思われる．笠原(1948)[7]は5月下旬海州湾方面への移動があるとしているがそれらの海域については資料が少くこゝでは取り扱わなかった．

8. 要　　約

1) イヌノシタの生殖腺は肛門より体の後部にあり，精巣は成熟した個体でも著しく小形で周年殆ど変化はみられず肉眼的に成熟度を判別することは困難である．卵巣は精巣に比べて著しく大きく成熟するとゝもに肥大する．この調査期間中に採集した標本の中に奇形と思われる有眼側或は無眼側の卵巣

* 1曳網平均漁獲量の値は魚群密度による以外に種々の要因により変化することが考えられるが，魚群の移動については大体の傾向をつかむことは出来よう．

がないもの，又卵巣は両側共にあるが有眼側のものが後部中間より細く分枝しているものがあった（第1図）．

2）未熟から成熟放卵までの卵の成熟過程を卵径頻度分布の mode の位置から第2図に示したように5階級に分類した．又多くの個体を処理する必要から肉眼観察によって卵巣熟度を4階級に分け，卵径頻度分布と対応させると，Immature は Stage B 及び C，Maturing は Stage D，Spawned は Stage E，Spent は Stage A となり，肉眼観察による熟度の判定法も可成りの精度をもつものと考えられる．

3）卵巣重量の月変動（第3，4図）と肉眼観察による熟度の月変化とは一致しており，これらの点からイヌノシタの産卵期は年1回，6月下旬から8月上旬にかけての時期で，その盛期は7月中～下旬にあると推定される．

4）最初に成熟する体長については小型魚の標本数が少くはっきりしたことはわからないが，得た資料についてみると，成熟卵巣をもつ個体の最小型は体長23cm であった（第1表）．従って，少くとも雌は体長 23cm に達するとその1部の個体は産卵群に加わり，体長 26～27cm 以上になると殆んどの個体が産卵するものと推定される．

5）産卵場は漁獲統計の資料を分析し間接的な推定を試みた．イヌノシタ主群の季節的な移動をみると第6図のような想定図ができる．又第6図のように漁場を経度ブロックに区切り，月別の一曳網平均漁獲量を求めその動きをみると第7図に示す通り，可成り顕著な移動の傾向がみられ，7月の産卵期についてみると，大陸沿岸側の J,I ブロックが主な分布域となっている．このような点からイヌノシタの主な産卵場は大陸沿岸側の浅海にあるものと推定した．

文　献

1）落合　明　1957：日本産ウシノシタ魚類の分布－Ⅰ～Ⅲ．水．学．誌，22，(9)

2）木部崎修　真子　渺，1954：東海におけるクログチ（*Nibea nibe*）の成熟について，西水研々報，5.

3）岡田立三郎，久新健一郎　1955：東海・黄海産マエソ資源の研究第1報，西水研々報，7.

4）S. Shined and T. Aoyama, 1954: Maturity of the Yellow Sea Bream (*Taius tumifrons*) in the Eeast China Sea. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.* 3.

5）青山恒雄，北島忠弘　1957：おとい網式トロール網による網目試験結果，31年度日水学会九州支部秋期大会報告

6）落合明，1956：日本産ウシノシタ魚類の成長について，日．水．学．誌，22，(5)

7）笠原昊，1948：支那東海黄海の底曳漁業とその資源，日本水産株式会社研報 No. 3

マアジ *Trachurus japonicus* の消化曲線

青山恒雄

On the Discharge of Stomach Contents concerning Jack-mackerel *Trachurus japonicus*

by

Tsuneo Aoyama

西海区水産研究所研究業績 第96号

RÉSUMÉ

The author tried an examination for the purpose of study of the discharge velocity of the stomach of present fish, on June 22, 1956, at the coast of Koyaki-jima near the city of Nagasaki. The samples dealt with here had been reared for two years before the examination. The method is as follows. 1) Give food to fish enough till they are sated with food. 2) Remove the remains of food in the rearing box. 3) Catch two or three individuals every hour and examine their stomach. The results of the examination and the data used for the estimation are tabulated in Table 1.

The coefficient of the weight of the stomach contents ($\phi(t)$) is defined here as following.

$$\phi(t)=\frac{\text{S. C.}}{\text{B. W.}-\text{G. W.}-\text{S. C.}}$$

In this equation, S. C. is the weight of the stomach contents in grams, B. W. the body weight in grams, and G. W. the gonad weight in grams.

Then, $\phi(t)=0.0431\ e^{-0.13t}$

or $\text{S.C.}=0.0431\ (\text{B.W.}-\text{G.W.}-\text{S.C.})e^{-0.13}$

The rate of the weight of food discharged till the time t against that of food fed ($1-f(t)$) is shown as follows.

$$1-f(t)\ =\ 1-e^{-0.34t}$$

魚の摂餌量を推定する事は生態系の研究上多くの意義を持っている。殊に prey と piscivor の関係にある種間については，前者の自然減耗と直接の関係を持っているから重要である。

摂餌量を推定する方法としては，生化学的な方法と実験生物学的な方法が考えられる。前者は暫くおくとして後者には更に1)飼育実験による直接的方法と2)漁獲物の胃内容物量による間接的方法が挙げられる。飼育による方法は消化速度を知るには便利であるが飼育という条件に規定されたものである事は免れない。又摂餌量そのものに関しては飼育下における最大摂餌量，必要最低摂餌量又は莫然と平均摂餌量等を知りうるに過ぎない。そこで自然環境における摂餌量を知るには漁獲物の胃内容物量に基く方法による方がよい。然し，漁獲物から消化速度 *を推定するためには，綿密でかなり大規模な操業実験を必要とするので実験の実施は困難である。そこで当面の推定のためには，多少の偏りが予想されはするが飼育実験により求めた消化速度と，漁獲物の胃内容物量とによるのが適当とみられる。筆者はこの考えに従って魚の摂餌量を推定する試みを進めているが，飼育中のマアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) について消化速度を知るための実験を行う事が出来たので報告する。

材料および方法

実験に使用したマアジは長崎港外香焼島海岸で，標識放流試験の附随試験として1954年9月30日以来飼育されて来たもので，飼育開始時当才であった。1956年6月に上記試験を終了したので同月22日残存個体（2才）31尾について下記の実験を行った。

先ず午前9時にキビナゴを細く切った餌を充分に与え，全個体が摂餌活動を示さなくなるのを確めた後，飼育槽の底に残った餌を網で取り去り，以後1時間毎に2～3個体づつを捕りあげ諸測定を行った後胃嚢を取り出してホルマリン固定を行った。旬日を経てこれが充分固定された後水洗し水を切ってから附着した余分の部分を取り去り，先ず全量を計量し次いで切開して餌の分解程度を見た上，残存した餌をとり出して胃嚢の自重を計量した。

* ここでいう“消化”とは胃からの排出作用をいう。

結　　果

諸測定値を Table 1 に示す．個体の大きさによる胃内容重量の変動を消すために，修正体重 B′（体重－生殖腺重量－胃内容重量）で胃内容物重量を除した比，（胃内容物重量指数）$\phi(t)$*を計算した**．

Fork length in mm.	Body weight in gr. (B)	Sex	Gonad weight in gr. (G)	Lapse of time in hour	Stomach contents weight in gr. (S)	$B'=B-(G+S)$	$\phi(t)=\frac{S}{B'}$	$\overline{\phi(t)}$
203	109	—	—	0	3.5	105	3.3×10^{-2}	3.30×10^{-2}
212	126	f	0.4	1	3.7	122	3.0	
212	129	f	0.2	〃	3.9	125	3.1	
209	123	f	0.6	〃	6.7	116	5.8	3.97
214	124	f	0.2	2	3.8	120	3.2	
221	146	f	0.3	〃	4.5	141	3.2	
212	130	m	0.2	〃	5.4	124	4.4	
212	138	m	0.1	〃	5.4	135	4.0	
218	138	f	0.7	〃	3.3	134	2.5	
225	147	m	0.1	〃	3.3	144	2.3	3.26
213	127	m	0.1	3	2.1	125	1.7	
201	109	m	<0.1	〃	3.1	106	2.9	
204	108	m	0.1	〃	3.0	105	2.9	2.50
212	132	m	0.1	4	4.7	127	3.7	
220	135	f	0.7	〃	2.7	132	2.0	
215	125	f	0.5	〃	3.0	121	2.5	2.73
206	113	f	<0.1	5	2.5	110	2.3	2.30
221	134	f	0.1	6	1.9	132	1.4	
215	133	m	0.2	〃	2.9	130	2.2	
207	112	f	0.3	〃	1.7	110	1.5	1.70
198	99	f	0.1	7	2.0	97	2.1	
203	112	f	<0.1	〃	1.1	111	1.0	
203	109	f	<0.1	〃	2.9	106	2.7	1.93
217	128	f	0.1	8	1.2	127	0.9	
202	98	m	<0.1	〃	2.8	95	2.9	
197	106	f	0.1	〃	1.2	105	1.1	1.63
214	131	f	0.3	9	2.2	128	1.7	
199	101	f	0.2	〃	0.6	100	0.6	1.15

Table 1. The results of examination and original data used for this estimation.

Fig. 1 は時間経過に伴う胃内容物重量指数の減少を示したものであるが，図は指数曲線が割合よくあてはめられる事を示している．

今摂餌後の経過時間を t とすると

$$\phi(t)=0.0431e^{-0.134t} \quad \cdots\cdots(3)$$

又は

$$Sc.W.=0.0431W'e^{-0.134t} \quad \cdots\cdots(4)$$

が或る時間に一時に飽食し以後摂餌活動を行わない場合の胃内容物重量の変化を表す式である．

又消化残存率（1－消化率）を $f(t)$ とすると

$$f(t)=e^{-0.134t} \quad \cdots\cdots(5)$$

という事になる．

最後に，本実験に使用した魚は前記目的のために当水研資源部の牟田邦甫，浜崎清一，小川信次の諸氏によって飼育されて来たものである事を述べ，貴重な魚を提供して頂いた事に厚く感謝の意を表する．

* 畑中外（1956），堀田，小達（1956）等の rate of feeding と同義である．

** 筆者がミジンコその他で調査したところでは，飽食した際の胃内容物重量は上の修正体重に略々正比例している．

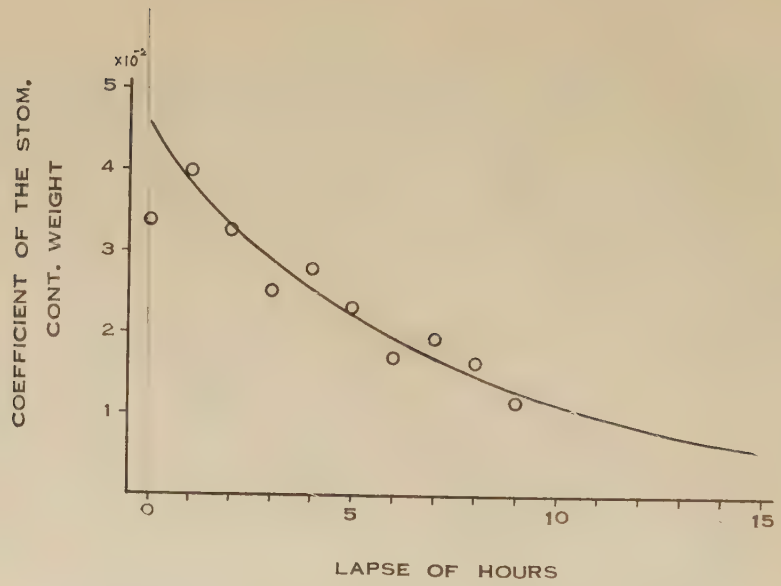


Fig.1. The digestion curve of jack-mackerel *Trachurus japonicus*

文 献

HATANAKA M., KOSAKA M. & Y. SATO 1956: Growth and food consumption in plaice I, II, *Tohoku Jour, of Agr. Res.* vol.7—2, pp.151—162, 163—174

堀田秀之，小達和子 1956：サンマの食餌構成と摂餌行動に就いて，東北水研研報 No. 7, pp.60—69

マアジ *Trachurus japonicus* の摂餌量

青　山　恒　雄

On the Amount of Food taken by the Jack-mackerel *Trachurus japonicus.*

by

Tsuneo Aoyama

西海区水産研究所研究業績　第97号

RÉSUMÉ

An estimation of the amount of food taken by the jack-mackerel ***Trachurus japonicus*** (Temminck et Schlegel) was tried in this experiment based on the weight of the stomach contents and on the discharge velocity of the stomach. Setting notations as follows:

g(t)……weight of food taken at time t,

$1-f(T_2-t)$…discharge rate,

$Q(T_2)$……weight of the stomach contents,

$\phi(T_2)=\frac{Q(T_2)}{B.W.'}$…coefficient of the weight of the stomach contents,

$B.W.'=B.W.-(G.W.+Q(T_2))$…adjusted body weight,

B.W.……body weight,

G.W.……gonad weight,

t……time when the fish took the food,

T_1……time when the fish ended the feeding,

T_2……time when the fish were taken, the amount of food in the stomach is shown as the next equation.

$$Q(T_2)=\int_0^{T_2} g(t)\ f(T_2-t)\ dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

The amount of food taken in unit time may be able to say equal roughly concerning the present fish. Then,

$$Q(T_2)=C\int_0^{T_2} f(T_2-t)dt=C\int_{T_2}^{0} f(t)dt \cdots (2)$$

Now, the discharge velocity was shown by Aoyama(1957)[1] as follows.

$$f(t)=e^{-\alpha t}=e^{-0.134t} \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

Therefore,

$$T_2<T_1 \cdots Q(T_2)=\frac{C}{\alpha}(1-e^{-\alpha T_2}) \cdots\cdots (4)$$

$$T_2>T_1 \cdots Q(T_2)=\frac{C}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2} \quad (5)$$

Then,

$$T_2<T_1 \quad C=\frac{\alpha Q(T_2)}{1-e^{-\alpha T_2}} \cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

$$T_2>T_1 \quad C=\frac{\alpha Q(T_2)}{(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}} \cdots\cdots\cdots (7)$$

or

$$T_2<T_1 \quad C'=\frac{C}{B.W.'}=\frac{\alpha\phi(T_2)}{1-e^{-\alpha T_2}} \cdots\cdots\cdots (8)$$

$$T_2>T_1 \quad C'=\frac{C}{B.W.'}=\frac{\alpha\phi(T_2)}{(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}} \quad (9)$$

The value of the coefficient C and the estimated amount of food taken in a year are shown in the Table 3,5 and 6, calculated following equations 10, 11, 12, 13, 14 and 15 which are derived adjusting the equations 8 and 9.

Summerizing the results of this estimation, two conclusions will be derived, that is, (1) the amount of food taken by the jack-mackerel in a year will be 8 to 12 times of body weight, (2) the amount of food taken in unit time under the light of the fishing lamp will be equal or larger than that in day-time.

魚の摂餌量を推定する方法については別報* に概述したが，こゝにはマアジ ***Trachurus japonicus*** の漁獲物の胃内容物重量とその魚の消化速度（胃からの排出速度）とから摂餌量を推定することを試みた．

今摂餌開始時刻を時間の原点にとって，

g(t) ……時間 t における摂餌量

$f(T_2-t)$……餌の胃内残存率

$Q(T_2)$……胃内容物重量

$\varphi(T_2)=\frac{Q(T_2)}{B.W.'}$…胃内容物重量指数**

$B.W.'=B.W-(G.W.+Q(T_2))$…修正体重

B.W.……体重

G.W.……生殖腺重量

t ……摂餌時刻

T_1 ……摂餌活動終了時刻

* 青山 (1957)[1]：マアジ ***Trachurus japonicus*** の消化曲線

** 畑中外 (1956)[2]堀田，小達 (1956)[3]等の rate of feeding と同義である．

T_2 ……採捕時刻

と記号をきめると，

$$Q(T_2)=\int_0^{T_2} g(t)\, f(T_2-t)dt^{*}\cdots\cdots(1)$$

こゝでマアジは平均的な摂餌活動を行うものとして，

$g(t)=C$　とおくと

$$Q(T_2)=C\int_0^{T_2} f(T_2-t)dt=C\int_{T_2}^{0} f(t)dt\cdots(2)$$

マアジの消化残存率は青山（1957）[1]によって

$$f(t)=e^{-\alpha t}=e^{-0.134t}\cdots\cdots(3)$$

と表すことが出来るから(2)式を積分して

$T_2<T_1$ では　$Q(T_2)=\frac{C}{\alpha}(1-e^{-\alpha T_2})\cdots\cdots(4)$

$T_2>T_1$ では　$Q(T_2)=\frac{C}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}\cdots(5)$

となる．従って単位時間の摂餌量は

$T_2<T_1$ の場合には　$C=\frac{\alpha Q(T_2)}{1-e^{-\alpha T_2}}\cdots\cdots(6)$

$T_2>T_1$ の場合には　$C=\frac{\alpha Q(T_2)}{(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}}\cdots\cdots(7)$

で計算出来る．

胃内容物重量 $Q(T_2)$ の代りに胃内容物重量指数 $\phi(T_2)$ を使うと，

$T_2<T_1$ では　$C'=\frac{C}{B.W.'}=\frac{\alpha\phi(T_2)}{1-e^{-\alpha T_2}}\cdots\cdots(8)$

$T_2>T_1$ では　$C'=\frac{C}{B.W.'}=\frac{\alpha\phi(T_2)}{(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}}\cdots(9)$

とも書ける．従って採捕時刻 T_2，摂餌活動終了時刻 T_1，胃内容物重量 $Q(T_2)$ 等がわかれば摂餌量を計算出来る．

本調査のための資料採取および魚体測定は主として西海区水産研究所資源部の渡崎清一，小川信次，青山浄の諸氏の手によったものである．又南海区水産研究所延岡支所の三田典子，横田滝雄両技官からは貴重な測定資料を頂き，東海区水産研究所の栗田晋技官からは有益適切な御助言を頂いた．こゝに以上の方々に対し厚く感謝の意を表する．

材　　料

使用した材料は Table 1 のとおりである．標本1～6は東シナ海で又標本7～10は日向灘で漁獲されたものである，3月の材料は西海区水産研究所の試験船（傭船）によるトロールの漁獲物である．採捕時刻は採捕された網次の曳網開始から曳網終了迄の時間の巾で示した．5月および7月の材料は機船底曳船による漁獲物で，前者については採捕時刻を知る手掛りをえられなかったが，胃内容物の消化程度から摂餌活動の開始後間もないものと判定した．又後者については操業成績に関する船長のメモから採捕網次を断定する事が出来た．9月および10月の材料は巾着網による漁獲物で採捕時刻は聞きこみによる投網から揚網迄の時刻の巾をとった，日向灘の資料は測定結果を南海区水研延岡支所の三田典子，横田滝雄技官から頂いたものであるが，原表に操業時刻に関する記載がないので後述のように推定時刻を用いた．

体長，体重，生殖腺重量等は鮮魚のまゝで測定した．胃内容物重量は胃盲嚢をとり出して一旦ホルマリン固定を行い水洗した後余分の部分を切り取って全量を計量し，次に切開して内容物の種類消化度を観察し，内容物をきれいに落した後の盲嚢壁の計量を行い内容物重量を求めた．内容物の計量には上皿天秤を使用し 0.1gr. 迄読んだ．

以上の測定結果は Table 2 に示したとおりである．胃の全容物は東シナ海のものではアミ類が主で5月8日のものゝみには小型の魚がみられた．一方日向灘のものでは小型魚又はカタクチのシラスが主要部分を占めている．表中の消化程度とは視察による大まかな判定結果を示したもので基準は次のようなものである．

1.……餌は原形のまゝで全然分解作用を受けていないと見られるもの，
2.……原形は留めているが幾分分解しかけているもの，
3.……原形はくずれているが完全には分解されておらず，それ自身の形状から大まかな種類の判別が出来るもの，
4.……粘液状に分解されそれ自身の形状から種類の判別が出来ぬもの．

以上は非常に粗雑な基準のようではあるが，胃内容物からその魚が採捕時迄摂餌活動を続けていたかどうかという事の判定には充分役に立つものである．尚，日向灘のものは寄贈された表中の記載から筆者が判断したものである．

* 土井（1956）[1]は添加量と資源量との関係についてこの式を使用している．

Sample No.	Fishing				Sun-up	Sun-set	T_1	T_2
	Date	Time	Area	method				
1	'57. 3.23	0520～0900	567*	otter trawl	0555	1805	12.17	23.32～27.08
2	3.25	1530～1930	566	〃	0550	1805	12.25	9.66～13.66
3	5. 8		535	bull trawl	0605	1935	13.50	
4	7. 5	0500～0800	330	〃	0615	2035	14.33	22.75～25.75
5	9.26	0200～0400	off Gotō	purs sein	0710	1915	12.08	18.83～20.83
6	10. 6	2200～2400	〃	〃	0715	1900	11.75	14.75～16.75
7	8. 6	2230～0430	Hyūga-Nada	〃	0530	1909	13.65	17.0 ～23.0
8	8. 6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9	8. 7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
10	8. 8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

* Registered Block Number in the East China Sea.

Table 1. Data of sampling.

Fork length	Body weight	Adjusted body weight (BW')	Stomach Cont. weight ($Q(T_2)$)	$\phi(t)=\frac{Q(T_2)}{BW'}$	Degree of digestion	Food
(1957.3.23)						
mm	gr		gr	$\times 10^{-4}$		
354	658	617.2	0.4	6.0	2. 3. 4	mysidacea
396	754	674.2	0.8	11.3	3. 4	〃
366	517	503.7	0.3	5.6	3. 4	〃
392	616	599.0	1.0	16.5	3. 4	〃
390	770	708.4	0.5	6.8	2. 4	〃
			Average	9.24		
(1957.3.25)						
				$\times 10^{-4}$		
344	432	413.1	8.4	202.4	1. 2. 3	mysidacea
354	515	505.2	2.8	54.8	1. 2. 3	〃
336	639	585.9	6.9	117.8	1. 2. 4. 4	〃
392	853	847.1	6.0	70.2	1. 2. 3	〃
375	601	576.8	4.8	83.0	1. 2. 3. 4	〃
391	557	533.9	2.6	48.3	1. 2. 3. 4	〃
			Average	96.09		
(1957.5.8)						
				$\times 10^{-4}$		
345	530	487.2	1.2	24.6	2. 3	mysidacea
333	444	428.0	3.5	81.8	2. 3. 4	〃
341	453	436.8	1.6	36.6	2. 3	〃
351	457	443.1	1.9	42.9	2	fish
			Average	46.48		

Table 2. The original data of samples used for the estimation.

Table. 2—2

Fork length	Body weight	Adjusted body weight (BW')	Stomach Cont. weight ($Q(T_2)$)	$\phi(1)=\frac{Q(T_2)}{BW'}$	Degree of digestion	Food
306	390	377.5	0.7	18.5	3	mysidacea
321	499	453.8	0.4	8.8	3.4	〃
298	360	338.0	0.7	20.7	4	〃
321	419	407.5	0.5	12.3	4	〃
325	423	413.9	0.2	4.8	4	〃
342	473	462.0	0.9	19.5	3	〃
321	413	390.7	0.6	15.4	3	〃
360	531	512.8	0.8	15.6	3.4	mysid., fish
316	393	374.4	0.6	16.0	4	〃
342	433	422.5	0.4	9.5	4	fish
328	444	436.2	0.3	6.9	4	〃
330	446	426.2	0.6	14.1	4	〃
290	329	316.4	0.5	15.8	4	〃
341	457	449.0	0.5	11.1	4	〃
310	364	456.8	0.2	4.4	4	〃
333	486	453.5	0.5	11.0	4	〃
301	352	337.2	0.7	20.8	4	〃
353	497	481.9	0.5	10.4	4	〃
328	406	396.6	0.4	10.1	4	〃
305	330	323.6	0.5	15.5	4	〃
315	429	407.4	0.6	14.7	4	indistinct
337	450	441.0	0.5	11.3	4	〃
			Average	13.05		
(1957.7.5)						
				-4		
355	484	476.9	1.1	23.1×10	3.4	mysidacea
355	501	494.0	1.8	36.4	〃	〃
372	587	584.8	2.2	37.6	〃	〃
350	561	533.6	1.1	20.6	〃	〃
352	475	470.2	1.6	34.0	〃	〃
345	515	509.5	1.6	31.4	〃	〃
304	404	400.1	1.2	30.0	〃	〃
344	398	393.6	0.1	2.5	〃	〃
350	522	512.4	2.0	39.0	〃	〃
360	534	514.7	1.2	23.3	〃	〃
344	453	448.4	0.8	17.8	〃	〃
360	569	550.9	1.2	21.8	〃	〃
370	590	557.3	1.5	26.9	〃	〃
368	483	475.5	0.3	6.3	〃	〃
375	517	514.1	0.2	3.9	〃	〃
349	537	513.9	1.2	23.4	〃	〃
348	471	461.3	1.9	41.2	〃	〃
366	495	488.9	1.7	34.8	〃	〃
356	489	474.9	1.3	27.4	〃	〃
348	525	521.2	0.9	17.3	〃	〃
370	594	573.8	1.0	17.4	〃	〃
			Average	24.58		
(1957.9.26)						
				-4		(scale)
251	199	198	0.65	32.8×10	2.3	mysidacea
245	183	182	0.49	26.9	3	〃
257	195	194	0.31	16.0	3	〃
246	194	192	0.71	37.0	3.4	〃
253	208	207	0.28	13.5	3.4	〃
249	187	186	0.20	10.8	3.4	〃
254	199	198	0.34	17.2	3.4	〃
254	204	203	0.29	14.3	3.4	〃
254	183	181	0.52	28.7	4	(scale)
260	219	217	0.51	23.5	4	〃
256	198	198	0.26	13.1	4	〃
246	185	184	0.19	10.3	4	〃
254	191	189	0.43	22.7	4	〃
241	177	176	0.24	13.6	4	〃
248	190	190	0.25	13.2	4	〃
260	220	190	0.24	11.0	4	〃

Table. 2—3

Fork length	Body weight	Adjusted body weight (BW')	Stomach Cont. weight ($Q(T_2)$)	$\phi(t)=\frac{Q(T_2)}{BW'}$	Degree of digestion	Food
247	195	193	0.27	14.0	4	〃
254	191	190	0.40	21.1	4	〃
254	189	188	0.64	34.0	4	〃
280	287	286	0.30	10.5	4	〃
247	192	191	0.24	12.5	4	〃
243	187	185	0.86	46.5	4	〃
246	194	192	0.25	13.0	4	〃
252	199	198	0.35	17.7	4	〃
248	191	190	0.18	9.5	4	〃
240	167	166	0.44	26.5	4	〃
244	188	187	0.09	4.8	4	〃
			Average	19.06		
(1957.10.6)						
380	630	624	0.4	6.4×10^{-4}	4	(scale)
392	571	557	0.3	5.3	4	〃
353	502	496	0.3	6.0	4	〃
383	526	512	0.5	9.8	4	〃
347	479	473	0.2	4.2	4	〃
343	458	445	0.3	6.7	4	〃
352	459	453	0.2	4.4	4	〃
356	510	486	0.3	6.2	4	〃
358	499	492	0.3	6.1	4	〃
367	525	514	0.5	9.7	4	〃
369	579	568	0.7	12.3	4	〃
354	461	450	0.2	4.4	4	〃
354	536	518	0.6	11.6	4	〃
335	426	416	0.3	7.2	4	〃
382	587	574	0.4	7.0	4	〃
368	443	438	0.5	11.4	4	〃
356	473	458	0.3	6.6	4	〃
370	485	470	0.3	6.4	4	〃
347	475	467	0.2	4.3	4	〃
355	446	440	0.2	4.5	4	〃
325	405	399	0.7	17.5	4	〃
352	467	458	0.5	10.9	4	〃
356	491	489	0.4	8.2	4	〃
306	346	344	0.2	5.8	4	〃
333	430	421	0.4	9.5	4	〃
341	445	436	0.4	9.2	4	〃
338	437	434	0.3	6.9	4	〃
334	437	429	1.2	28.0	4	〃
319	382	376	0.4	10.6	4	〃
372	499	491	0.2	4.1	4	〃
			Average	8.37		
(1957.8.6)						
115	27.0	25.8	1.20	465.1	1～3	fish,
95	14.5	14.0	0.50	357.1	〃	fish, mysidacea
103	20.5	19.9	0.60	301.5	〃	〃
105	21.0	20.5	0.55	268.2	〃	〃
94	14.0	13.7	0.35	255.4	3～4	fish,
96	14.5	14.2	0.30	211.2	1～2	mysidacea
98	15.0	14.6	0.45	308.2	〃	〃
98	15.5	15.2	0 30	197.3	〃	copepoda
92	13.0	12.5	0.50	400.0	〃	mysidacea
95	15.5	15.1	0.40	264.9	〃	〃
97	15.5	15.1	0.40	264.9	〃	cope. mysid.
98	16.0	15.8	0.25	158.2	3～4	〃
98	15.0	14.8	0.20	135.1	〃	mysid.
98	16.0	15.8	0.20	126.5	〃	〃
102	18.0	17.8	0.20	112.3	〃	〃
103	19.5	19.0	0.50	333.3	〃	〃
100	16.5	16.1	0.40	248.4	〃	〃
104	20.0	19.6	0.40	204.0	〃	〃
100	16.0	15.6	0.40	256.4	〃	〃
100	16.0	15.9	0.15	94.3	〃	〃

Table. 2–4

Fork length	Body weight	Adjusted body weight (BW′)	Stomach Cont. weight (Q(T_2))	$\phi(T_2)=\frac{Q(T_2)}{BW'}$	Degree of digestion	Food
(1957.8.6)						
178	95.5	93.6	1.90	203.0	1～3	fish
166	80.0	75.2	4.80	638.3	〃	〃
180	95.0	93.5	1.50	160.4	〃	fish, mysid.
161	70.5	69.6	0.95	136.5	3～4	fish, megalopa
172	90.0	88.6	1.45	163.7	〃	fish, mysid.
172	87.5	86.4	1.10	127.3	〃	fish, cope.
176	92.5	91.3	1.20	131.4	〃	fish, mysid.
176	87.0	85.4	1.60	187.4	〃	〃
186	107.0	105.5	1.50	142.2	3～4	mysid.
166	74.0	73.2	0.80	109.3	〃	〃
176	94.0	92.9	1.10	118.4	〃	〃
168	72.5	71.6	0.90	125.7	〃	〃
171	82.0	81.1	0.95	117.1	〃	〃
170	80.5	79.1	1.40	177.0	〃	〃
172	85.0	83.8	1.20	143.2	〃	〃
164	77.5	76.5	1.00	130.7	〃	〃
154	62.0	61.1	0.90	147.3	〃	〃
148	56.5	55.9	0.60	107.3	〃	〃
164	72.0	71.1	0.90	126.6	〃	〃
171	85.0	83.8	1.25	149.2	〃	〃
(1957.8.7)						
183	115.0	110.3	4.8	430.6	1～3	fish
201	132.5	129.9	2.6	200.1	〃	〃
178	95.0	92.4	2.6	281.3	〃	fish. mysid. etc.
175	101.0	95.8	5.2	542.7	〃	fish
176	92.5	87.1	5.4	619.9	〃	〃
202	149.5	147.3	2.2	149.3	〃	fish. mysid. etc.
171	92.5	89.9	2.6	289.2	〃	〃
179	107.0	102.0	5.0	490.1	〃	〃
175	100.0	97.5	2.5	256.4	〃	〃
176	103.0	101.0	2.0	198.0	〃	〃
170	94.0	91.6	2.4	262.0	〃	fish
188	115.5	113.2	2.3	203.1	〃	〃
170	92.0	84.9	7.1	836.2	〃	〃
172	90.0	85.7	4.3	501.7	〃	fish, mysid. etc.
185	118.0	116.4	1.6	137.4	〃	〃
176	93.0	90.8	2.8	308.3	〃	〃
174	93.0	91.1	1.9	208.5	〃	〃
170	84.0	80.8	3.2	396.0	〃	〃
177	100.0	99.2	0.8	80.6	3～4	fish, ostracoda
177	97.0	95.5	1.5	157.0	4	mysid.ostra.etc.
(1957.8.8)						
170	87.0	82.9	4.1	494.6	1～3	fish, mysid. etc.
171	82.0	80.8	1.2	148.5	〃	〃
178	89.0	84.6	4.4	520.1	〃	〃
166	80.0	78.0	2.0	256.4	〃	〃
177	93.0	91.0	2.0	219.8	〃	〃
174	82.0	77.1	4.9	635.5	〃	fish
175	84.5	83.1	1.4	168.5	〃	〃
172	83.0	80.4	2.6	323.4	〃	〃
164	75.0	73.4	1.6	218.0	〃	〃
173	94.0	92.6	1.4	151.2	3～4	〃
192	123.0	122.3	0.7	57.2	〃	〃
182	104.0	103.1	0.9	87.3	〃	〃
218	202.0	201.1	0.9	47.8	〃	fish mysid. etc.
167	69.0	68.4	0.6	87.7	〃	〃
158	64.0	62.6	1.4	218.8	〃	〃
174	90.0	89.3	0.7	78.4	〃	mysid.

計算および結果

胃内に残存する餌の量は(3)式から摂餌後22時間半で始めの 0.05，34時間半で 0.01となるから1日半以前の摂餌については無視してよいであろう．こゝでは一応1日前の摂餌まで考えるとして(4)式以下を修正し

(A) $T_2<T_1$ で摂餌を行っている場合

$$\bar{\phi}(T_2)\fallingdotseq\frac{C'}{\alpha}(1-e^{-\alpha T_2})+\frac{C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)(e^{-\alpha(24+T_2)}+e^{-\alpha(48+T_2)})$$

$$\fallingdotseq\frac{C'}{\alpha}(1-e^{-\alpha T_2})+\frac{0.04C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}\quad\cdots\cdots(10)$$

(B) $T_2>T_1$ で摂餌活動を休止している場合

$$\overline{\phi(T_2)}=\frac{C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)(e^{-\alpha T_2}+e^{-\alpha(24+T_2)})$$

$$\fallingdotseq\frac{1.04C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}\quad\cdots\cdots(11)$$

(C) $0<T_2$ て群としての摂餌活動は開始されているが個体によっては摂餌しているものと摂餌していないものとがある場合．この場合は採捕時刻が不詳でも次のようにして解く事が出来る．$\phi(T_2)$ の平均値を，摂餌しているもの $\overline{\phi_1(T_2)}$ していないもの $\overline{\phi_2(T_2)}$ とすると

$$\overline{\phi_1(T_2)}-\overline{\phi_2(T_2)}=\frac{C'}{\alpha}(1-e^{-\alpha T_2})\quad\cdots\cdots(12)$$

$$\overline{\phi_2(T_2)}=\frac{C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha(24+T_2)}$$

$$\fallingdotseq\frac{0.04C'}{\alpha}(e^{\alpha T_1}-1)e^{-\alpha T_2}\quad\cdots\cdots(13)$$

をうるから両式を連立させて解くことが出来る．

(D) 集魚灯下の摂餌を考えた場合

点灯時から捕獲迄の摂餌を別に考えて，集魚灯を点じていた時間を T' とするとその間の摂餌の胃内残存量は単位時間摂餌を C'' として

$$\phi(T')=\frac{C''}{\alpha}(1-e^{-\alpha T'})\quad\cdots\cdots(14)$$

となる．一方 (11) 式で示される日中の摂餌による胃内残存量を ϕ' とすると，胃内容物量は

$$\phi(T_2)=\phi'(T_2)+\phi(T')\quad\cdots\cdots(15)$$

とおく事が出来る．こゝで夜間集魚灯下における1時間当り摂餌量が昼間のそれに比較してどうかという事が問題となるが，餌生物が集る事と，灯下で摂餌を行う事とが知られているから，集魚灯下の摂餌は日中のそれに等しいか又はそれ以上であろうと考え，$C''=C'$ と $C''=2C'$ の巾について計算した．

以上の4式によって計算した結果を Table 3，5 に示したが，各回の例について今少し説明しておこう．

No.	No. of samples	$\phi(T_2)$	C'	T_1	T_1C'	$12\times365C'$
		$\times10^{-4}$	$\times10^{-4}$		$\times10^{-4}$	
1	5	9.24	6.55～10.76	12.17	79.71～130.95	2.87～4.71
2	6	96.09	6.74～ 8.07	12.25	82.57～ 98.86	2.95～3.53
3	4 22	(ϕ_1)46.48 (ϕ_2)13.05	13.03	13.50	175.91	5.71
4	21	24.58	11.56～17.16	14.33	165.65～245.90	5.06～7.52
5		19.06	7.60～10.02	—	—	—
6		8.37	2.04～ 2.66	—	—	—

Table 3. Estimated amount of food taken in an hour (C') by a jack-mackerel, derived from the data concerning day-time-feeding.

(標本1) 1957年3月23日，東シナ海南西の海域でドロール網により漁獲されたものである．操業時刻は $05^{h}0$～$09^{h}00$ にわたっており，日出は 05^{h} であったが，胃内容物をみると Fig. 1－A のように極く少量新しく摂られた餌があるから，摂餌活動を開始後間もない時期に漁獲されたものとみられる．新しくとられた餌の量は極く少量であったので全体を前日の摂餌として計算した．

$T_1=12.17$，$T_2=23.32$～27.08，$\phi(T_2)=9.24\times10^{-4}$

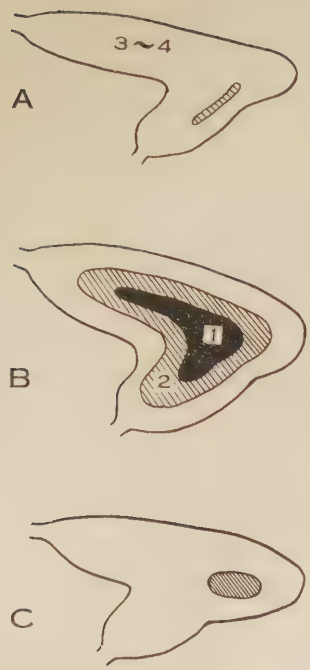


Fig. 1. Diagramatic drawings of stomachs showing the distribution of stomach contents. Figures show the degree of digestion. 1, no decomposition; 2, slightly decomposed; 3, decomposed; 4, perfectly decomposed.

であるから1時間当り摂餌量は下の結果になる.

$C' = 6.55 \sim 10.76 \times 10^{-4}$

（標本2）1957年3月25日に上と同じ船に漁獲されたもので操業時刻は 15^{30}～19^{30} であった．胃内容物は Fig. 1−B のように摂餌直後のものから分解中のものおよび完全に分解されたもの迄を含んでおり，採捕時迄相当長時間摂餌活動を続けていたものである事がわかる.

$T_1=12.25$, $T_2=9.66 \sim 13.66$, $\overline{\phi(T_2)}=96.09$ から $C'=6.74 \sim 8.07 \times 10^{-4}$ を得た.

（標本3）1957年5月の材料は機船底曳船の漁獲物で捕獲網次が不明で従って時間も不明であったが，胃内容物をみると26個体中4個体には新しくとったとみられる餌が分解中の餌の中にかなりの量みられたが（Fig.1−C）その他の22個体では新しい餌はみられなかった．そこで新しい摂餌を開始しているものといないものとの2群に分け，前述の（C）の方法によって計算した.

$T_1=12.25$, $\overline{\phi_1(T_2)}=46.48$, $\overline{\phi_2(T_2)}=13.05$ から $T_2=3.2$, $C'=13.03 \times 10^{-4}$ を得た.

（標本4）1957年7月の材料もやはり機船底曳船の漁獲物であるが，この場合は羅網した網次を操業に関する船長のメモから知ることが出来た.

$T_1=14.33$, $T_2=22.75 \sim 25.75$, $\overline{\phi(T_2)}=24.58$ から $C'=11.56 \sim 17.16 \times 10^{-4}$ と出た.

（標本5，6）1957年9月および10月の材料は何れも五島周の海域における近海あぐり巾着網の漁獲物で夜間集魚灯を点じて集魚し漁獲されたものである.

胃の内容物は大部分が魚鱗でその他に分解中および分解した餌も少量みられた．この鱗は何れも極く新しいもので明らかに旋網後にのみこんだものとみられた．鱗の量が多くない事と鱗以外には分解程度の低い餌がみられない事とは，マアジが旋網後水揚げされる迄の間に胃内容物の吐き出しと鱗の呑みこみとを幾度か反復した事を想像させる.

$T_1=12.08$, $T_2=18.83 \sim 20.83$, $\overline{\phi(T_2)}=19.06$ から $C'=7.60 \sim 10.02 \times 10^{-4}$

$T_1=11.75$, $T_2=14.75 \sim 16.75$, $\phi(T_2)=8.37$ から $C'=2.04 \sim 2.66 \times 10^{-4}$

と結果が出たがこの値には大した意味はない.

（標本7～10）1957年8月の資料は宮崎県土々呂根挺の巾着網による漁獲物で，測定結果を南海区水研延岡支所から頂いたものである．これは，同所で調査して来られた莫大な資料の中から極く珍らしい例として寄贈されたもので何れもよく摂餌しており飽食しているものも多い．胃内容物は大別して魚（カタクチイワシのシラス，キビナゴ）と小型の浮游性甲殻類（アミ類，ウミホタル，が主で外にエビ，カニ類の幼型その他がみられる）とであるが魚を捕喰しているものでは一般に胃内容物量が多く飽食しているものも多いが，小型甲殻類のみをとっているものでは内容物量は少く飽食しているものは1個体のみである．Table 4 に平均内容物量指数 ϕ を示した．計算に当っては内容物の種類と消化程度とから次の4 class に分けた．(A)は消化の進んでいない魚が主要部分を占めているもの，(B)は消化の進んだ魚と甲殻類がみられるもの，(C)は消化の進んでいない甲殻類，(D)は消化の進んだ甲殻類が主要部分を占めているものである.

次にこれらの個体の集魚灯下での摂餌が問題となる．胃内容物中原形を留めている魚（消化度1～3とした.）は恐らく集魚灯下で捕喰されたものであろう．アミ類およびその他で消化度3としたものは原則に準消化とあったもので恐らくその一部は日中

Class	Food	Degree of digestion	Sample 7		Sample 8		Sample 9		Sample 10	
			No.	$\bar{\phi}$	No.	$\bar{\phi}$	No.	$\bar{\phi}$	No.	$\bar{\phi}$
A	fish mysid. etc.	1～3 1～4	4	347.98	3	333.90	18	350.60	9	331.64
B	fish mysid. etc.	4 3～4	1	255.4	5	149.26	1	80.6	6	108.35
C	mysid. etc.	1～2	6	274.42	—		—		—	
D	mysid. etc.	3～4	9	185.39	12	132.83	1	157.0	1	78.4
B+D	fish. mysid. etc.	3～4	10	192.39	17	137.66	2	118.60	7	104.06

Table 4. Average coefficient of the stomach content weight ($\bar{\phi}$) of each class classified by the foods contained and their degree of digestion.

にそして一部は集魚灯下で摂食されたものであろう．各資料とも集魚灯の点灯時間，投網時間については不明であるので以下のように大まかな推定を行った．日出は05^{30}，日没は19^{09}であるから操業はその間に行われた．点灯開始は最も早くて日没時であり，点灯していた時間は短くて（灯つき良好の場合）2時間（T'=2）長くて8時間（T'=8）（日没後間もなく灯点して夜明け前に投網）とみられるから，投網時刻は22^{30}(T_1=17)～01^{30}(T_1=20)～04^{30}(T_1=23)の巾の中にあったとみてよいであろう．(11) (14) (15) 式を用い，T_1=17,20,23，T'=2,5,8 の組合せの各場合につき，集魚灯下の摂餌(C")が日中のそれ(C')に等しいとした場合と（Table 5−2, 6−2）2倍であるとした場合 Table（5−3, 6−3）について計算した．この場合可能な $\phi(T_2)$ の値は前者で約5～7，後者で7～12となるのでその巾について計算した．又 Table 4 の Class（B+D）については集魚灯下の摂餌が行われなかったとした場合についても計算した．（Table 5−1, 6−1）Table 5 は1時間当り摂餌量の体重に対する割合 C' を，Table 6は年平均摂餌時間を12時間として1年間の摂餌量に引きのばしたものをそれぞれ示していて．

5−1 C"*=O

Sample (class) / T_2	7,(B+D)	8,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)
	$\times 10^{-4}$			
17	46.17	33.04	28.51	24.97
20	67.34	48.18	41.58	36.42
23	94.27	67.45	58.21	50.99

5−2 C"− C'

Sample (class) / $\phi'(T_2)+\phi(T')$	7,(B+D)	8,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)	9,(A)	10,(A)
	$\times 10^{-4}$					
5	38.48	27.73	23.98	20.81	70.12	46.41
7	27.48	19.67	16.98	14.87	50.10	33.16

* Amount of food taken in an hoiur under the light of fishing lamp.

5−3　C″=2C′

Sample (class) / $\bar{\phi}'(T_2)+\bar{\phi}(T')$	7,(B+D)	9,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)	9,(A)	10,(A)
	$\times 10^{-4}$					
7	27.48	19.67	16.98	14.87	50.10	33.16
12	16.03	11.47	9.90	8.67	29.20	19.33

Table 5. Estimated amounts of food taken in an hour (C′) by a jack-mackerel, derived from the data concerning uuder-fishing-light-feeding.

6−1　C″=0

Sample / T_2	7,(B+D)	8,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)
17	20.22	14.47	12.49	10.86
20	29.49	21.10	18.21	15.95
23	41.29	29.54	25.50	22.33

6−2　C″=C′

Sample / $\bar{\phi}'(T_2)+\bar{\phi}(T')$	7,(B+D)	8,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)	9,(A)	10,(A)
5	16.85	12.15	10.50	9.11	30.71	20.33
7	12.04	8.62	7.44	6.51	21.94	14.52

6−3　C″=2C′

Sample / $\bar{\phi}'(T_2)+\bar{\phi}(T')$	7,(B+D)	8,(B+D)	9,(B+D)	10,(B+D)	9,(A)	10,(A)
7	12.04	8.62	7.44	6.51	21.94	14.52
12	7.02	5.02	4.34	3.80	12.79	8.47

Table 6. Estimated amounts of food taken in a year by a jack-mackerel, derived from the data concerning under-fishing-light-feeding.

考察および論議

1. **諸仮定の検討**　この計算を行うについて，マアジの摂餌生態に関連した4つの大きい仮定を置いた．第1はこの魚の摂餌活動は日出前後に開始され日没前後で終止するという仮定．第2はその期間内では摂餌活動は突発的にあるいは週期的に行われるのではなく略ゞ平均的に行われるであろうという仮定．第3は消化速度がこの計算に使用した材料について略ゞ同一であったろうという仮定．第4は巾着網による材料以外については捕獲時の餌の吐き出しは特に大きくなかったであろうというものである．

以上の仮定はこの魚の摂餌生態に関する詳細な知識がないために，常識的に考えて設けたものである

が，こゝに使用した材料の胃内容物の状態から推して第1と第2の仮定については大過はないものゝようにみられる．先ず第1の摂餌時刻について検討しよう．標本1は7時前後に捕獲されたとみられ当日の日出は6時前であったが，胃内容物に極く少量新しくとられた餌がみられるから摂餌活動を開始後間もないものとみる事が出来よう．標本3についてもこうした考えによる計算結果は極く妥当とみられる数値を示している．又標本4は5時から8時の間に捕獲された（日出は6時15分）とみられるが胃内容物には新しい餌はみられず，まだ摂餌活動を起していなかった事を示している．以上からこの魚は日出と前後して摂餌活動を開始するとして大過ないであろう．次に標本2は15時半から19時半の間に捕獲されたものであるが胃内には新しく摂餌されたばかりのものから消化の進んだもの迄を含み，その時刻まで摂餌活動が続けられていた事を示している．当日の日没は18時であったから日没前後までは摂餌活動が続けられるとみてよいであろう．夜間の摂餌活動は早朝採捕された魚が新しい餌を持っていない事から一般には行われないとしてよかろう．何時頃に摂餌活動を終止するかを確める事は漁獲物による調査では困難であるが，開始時期が日出前後とみられる事から推して日没前後であろうとし，実際の計算に当っては日出時から日没時までを摂餌時刻とした．夜間集魚灯下で摂餌活動を行う事は梶原（1957）[5]も報告しているが一般にも知られている．本報告では標本5以下が巾着網による漁獲物であり，日中の摂餌の外に集魚灯下の摂餌も問題となる．

標本7～10について計算した結果では集魚灯下の摂餌は日中のそれより効率がよいとした方が妥当のようにみられる．標本5，6では前述したように胃内容物の吐き出しが大きかったとみられるからこの点の検討は出来ない．

第2の仮定の摂餌の平均性について考えてみよう．こゝに使用した材料の胃内容物は日向灘のものを除き多くがアミ類で少数小魚がみられる程度であったから餌の出現が連続的であるならば摂餌も平均的であろうとみられる．飽食すると摂餌活動を一時中止するが青山(1957)[1]による飼育魚での実験では飽食時の摂餌量は $\phi > 300\times10^{-4}$ であるのに対し，浮游性甲殻類を餌とした場合 $\phi(T_2)$ が $\phi > 300\times10^{-4}$ 以上の例は少いから，浮游性甲殻類を餌とした場合は飽食して摂餌活動を休止した事はないとみてよいであろう．一方日向灘のものについてみると何れも多食しているが，魚を摂食しているものでは一般に $\phi(T_2)$ が大きく飽食しているものもかなりあるから，魚を餌とした場合は摂餌の平均性はくずれる事が予想される．餌生物の出現の不連続性又は週期性については不明であり，マアジが外の生態的理由で摂餌活動を休止するかどうかも不明であるなどの問題はあるが本文では一応連続平均的な摂餌活動が行われたものとして計算した*．

第3の仮定は消化速度に関するものである．消化速度は，魚の大きさ，餌の種類，胃内の餌の量，環境条件等によって変化する可能性が考えられるが，この点に関する知識がないので本文では変化がないものとして計算した．この点に関しては尚今後の基礎実験が必要である．

第4は吐き出しの有無と程度に関する問題であるが，この点も今のところ確める方法がない．只多分の吐出しがあった事は想像されるからこの計算の結果が過少評価値であるとする事は出来よう．刺網の漁獲物によればこの点にわずらわされないかも知れない．

2. 摂餌量 計算結果は Table 3，Table 5 および Table 6 に示した通りである．先ず Table 3 によってみるとマアジは日中1時間当り体重の0.0007～0.0018倍の餌をとる事になる．日照時間をかけて1日当りの量を求めると0.008～0.025倍となり更に年間の平均日照時間を12時間として1年にひきのばしてみると3～8倍という値になる，この値は前述したように吐き出しの量を無視して計算したゝめに過少評価値である．今かりに吐き出したものゝ割合が $^1/_{10}$ であったとすれば1年間の摂餌量は体重の3.3～9倍，$^1/_4$ とすれば4～11倍，$^1/_2$ とすれば6～16倍，$^3/_4$ とすれば12～32倍という事になるが8～12倍前後というのが妥当な値ではあるまいか．然しこれはあくまでも推量であって確証をうるためには今後の多くの基礎問題の解決が必要である．

次に集魚灯下の摂餌を考えた Table 5,6 について考察しよう．これらの標本では飽食した個体がかなりあり，しかもその内容物が必ずしも摂食直後のものでない事からして吐き出しがあまりなかった，或

* 魚を餌とした場合など個体としてはかなり不連続とはなるが，群の平均としてみるならばならされてくるだろう．

は殆んどなかったものと考えられる．両表には消化があまり進んでいないとみられたもの（A）とかなり進んでいるとみられたもの（B+D）とに別けて表示してある．Table 5−1, 6−1 は（B+D）について灯下の摂餌が行われなかったものと計算したものであるが，当然の結果として，Table 3 の値に比べかなり大きい値となっている．Table 5−2, 6−2 では灯下の摂餌が日中と同等に行われたとして計算した結果を，Table 5−3, 6−3 では灯下の時間当り摂餌量が日中の2倍であるとして計算した結果を示しているが，（B+D）では Table 3 の結果を吐き出しの効果を考えて修正した値と近い値を示している，（A）では前者の2倍前後の値を示しているが，これは灯火により大型の餌を摂食しやすい機会を得たゝめに結果したもので自然状態においてはむしろ例外的なものとみてよいのではあるまいか．浮游性甲殻類を餌とした場合は集魚灯による効果があったとしても大型の餌に比べ摂餌効率は当然悪い事が予想されるから，この差を生じたものと解釈される．これらの事から集魚灯下では日中とほゞ同様あるいはそれ以上の摂餌が行われると見てよいようである．この事は又集魚灯下の餌生物の量が魚群の灯つきに関連を持っている事を予想させるが，この点については論究する資料をまだ持たないので今後の課題としたい．

文　献

1）青山恒雄 1957：マアジ *Trachurus japonicus* の消化曲線，西水研研報 No. 15 pp. 29 -32

2）Hatanaka M., Kosaka M. & Y. Sato 1956: Growth and food consumption in plaice I, II, *Tohoku Jour. of Agr. Res.* vol.7−2, pp. 151−162, 163−174.

3）堀田秀之，小達和子 1956：サンマの摂餌構成と摂餌行動に就いて，東北水研研報 No. 7, pp. 60−69.

4）土井長之 1956：水産資源の力学的取扱—I，日水学誌 vol. 21−11, pp.1121〜1133.

5）梶原 武 1957：若年マアジの生態学的研究—I．長崎大，水産学部研報 No. 5

トゲカナガシラ *Lepidotrigla japonica* (BLEEKER) の卵発生と孵化仔魚

青山恒雄

On the Development of the Egg and hatched Larvae of *Lepidotrigla japonica* (BLEEKER)

by

Tsuneo AOYAMA

西海区水産研究所研究業績 第98号

RÉSUMÉ

Lepidotrigla japonica (Bleeker) in the East China Sea is chiefly distributed from the area off Goto to the north-eastern area off Formosa along the edge of continental shelf. The spawning seems to be done twice in a year; April, May and September, October.

On September 20, 1957, the author operated artificial insemination of this fish in the Sea of Goto, and observed the development of egg and eary stage of hatched larva.

The egg is colourless, buoyant and spherical, measuring 1.2～1.4 mm. in diameter with a colourless oil-globule measuring 0.25～0.26mm. in diameter.

The hatching takes place in about 55 hours at the water temperature 18～22°C.

The newly hatched larva is 3.7mm. in total length, with an oil-globule situated in the posterior part of the yolk. The myotome number is 9+23=32 (vertebral number of this fish is 9+21=30).

以西底曳漁業の漁獲物からカナガシラ類7種* が知られているが,このうちカナガシラ *Lep. microptera* が黄海産であるのを除き，他は皆東シナ海の大陸棚縁辺域にそって主に分布している．トゲカナガシラ *Lep. japonica* (Bleeker) は他の種に比較して稍々深海性で大体水深 100m 以深の所に棲息している．五島灘から台湾北東海域にかけて分布しているが量は多くない．又 *Lep. kishinouyei* と共にこの類の中では最も小型であり従って漁業価値は他に比較して低い．産卵期は春季 4，5月と秋季 9，10月の2度のようであるが種族の問題も不明であり現在では未だ詳細については述べられない．

筆者は1957年9月20日，長崎港外で2艘曳機船底曳船の試験操業が行われた際これに便乗して漁獲物の調査を行ったが，その際トゲカナガシラについて人工授精を行い，卵内発生と孵化稚仔について観察を行ったので結果を報告する．なお，親魚採取時の表面海水温度は 23.5°C，飼育器中の水温は 18～22°C であった．稿を進めるにあたり，文献の紹介その他の御教示を頂いた九州大学農学部の道津喜衛氏にお礼申し上げる．

卵および卵内発生

人工授精は1957年（昭和32年）9月20日の13時と16時の2度，底曳網をひき揚げた直後に行った．2度とも完熟した雌雄の親魚を発見出来なかったので，成熟過程のものを使用した．雌では最も卵巣の成熟したものでも，熟卵が点在している程度であり熟卵をおし出して集める事が出来なかったから，卵巣を切開して海水中で静かに振り，浮上した卵をピペットで集めた．雄では更に熟度が低いようにみられたが雌と同様に，数個体分の精巣を刻んで少量の海水に浸して精子を遊出させ，この海水にピペットでとった卵を移し，10分程経過した後受精卵とみられるものを採り，別に用意した管ビンに2，3個体づつ移した．使用した親魚は雌では全長 135～140mm，雄では130～135mm であった．

熟卵は球形で直径1.2～1.4mm，** 無色透明で分離浮游性であり卵膜腔は狭い．卵膜および卵黄は無色で特殊な構造はない．油球は無色で1個，径0.25～0.26mmである．

---

* *Lep. microptera*, *Lep. güntheri*, *Lep. kishinouyei*, *Lep. japonica*, *Lep. punctopectoralis*, *Lep. abyssalis*, *Pachytrigla alata*.

** 稲葉 (1931) によるとカナガシラ *Lep. microptera*, の熟卵は直径1.2～1.3mm で直径0.25mm の油球1個を持っている．又その他の点についても本種と良く似ている．

卵内発生は一般の硬骨魚と大差ない．受精後2時間で16細胞期，5時間で morula 期に達し，12時間で胚皮は卵黄の1/3をおゝい，15時間で3/4を掩い胚体原基が現れた．17時間で眼胞を生じ，原口は狭んど閉じて Kupffer 氏胞が生じた．22時間で耳嚢が現れ筋節は13個が数えられた．30時間では耳石，心臓が明瞭となり胸鰭の源基が現れ，筋節は15個が算えられた．又この頃から多数の粒状の黄色々素胞と，少数の黒色々素胞がみられるようになつた．36時間では黄色々素胞は発達し，筋節は21個が算えられた．この頃から筋節の分化は急速に進み44時間で29個を算えた．又胚体尾部に黄色々素胞が集って斑紋が形成された．45時間から50時間にかけて卵は表層から飼育器の器底に沈んだ．55時間を経過した頃一斉に頭から孵出した．

孵　化　仔　魚

孵化直後の仔魚* は卵黄を上側に頭を斜下にした姿勢で飼育器の中層に静止し時折鋭く小さく泳ぐ．肛門は膜鰭を含めた全長の 1/2よりも幾分前方に開く．油球は卵黄の後端下面に位置する．膜鰭には微細な粒状構造がみられる．樹枝状の黄色々素胞は卵黄面と頭部および体前方では点在しているが，体中部から尾部にかけては集って数個の特徴的斑紋を形成している．すなわち背膜鰭の周辺に沿って3，腹膜鰭に2，尾部背側に1，腹側に1又は2，および腸後部背面に1つの黄斑がみられる．黒色々素は発達が悪く数も少く，特徴的でない．全長は3.7mm，筋節は9＋23＝32（本種の脊椎骨数は9＋21＝30）が算えられた．

孵化後16時間を経過したものは孵化直後と同様の姿勢で頭部を器底につけて静止し時折鋭く泳ぐ．黄色々素胞は更に発達し，頭部全体にひろく分布するようになり吻端には集って黄斑となる．発達した胸鰭には周辺と基部との中間に黄色々素が発達して円形の斑紋を形成する．膜鰭および体後部の斑紋は孵化直後と大差ない，眼球に色素胞源基が現れた．卵黄は約1/2吸収され全長は3.8mm となる．筋節は9＋22＝31を算えた．

1日半を経過すると，卵黄径は油球径の2倍程度に迄縮少し，仔魚は腹側を下にして器底に静止する．口器の発達がみられ，眼球に色素が現れた．胸鰭は良く発達し黄色々素胞の発達も著しい．その他の部位の色素は前と大差ない．全長3.7mm，筋節は9＋21＝30が算えられ成魚の脊椎骨数（9＋21＝30）と同一になった．膜鰭の粒状構造はやゝ明瞭となった．仔魚はこの期で皆死亡した．なお卵，仔魚を通じ油球径の変化はみられなかった．

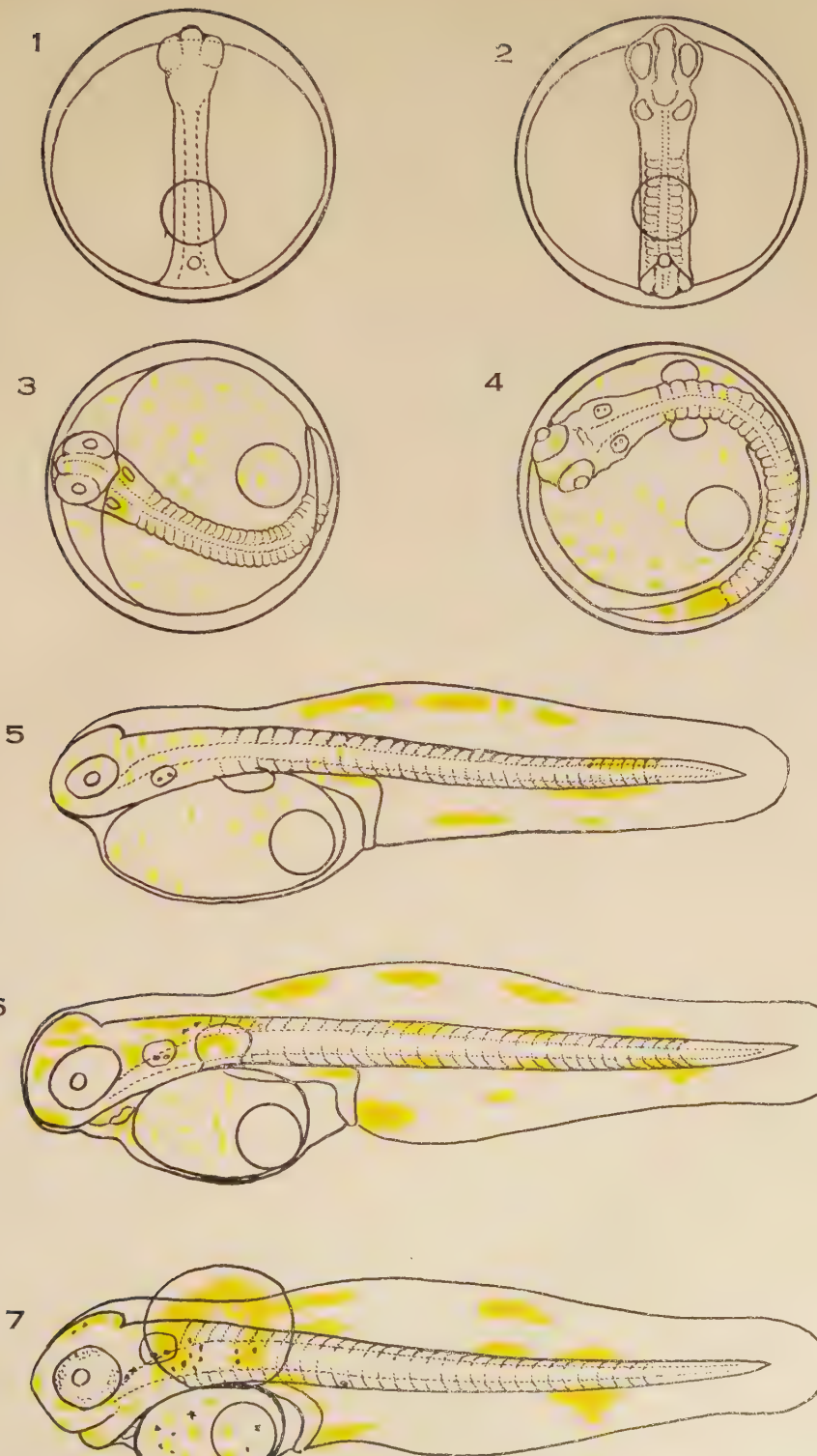
文　　献

Inaba D. 1931: On Some Teleostean Eggs and Larvae found in Mutsu Bay. *Rec. Ocean. Work in Jap.* vol. Ⅲ－2 pp. 53－62.

* 稲葉（1931）によるとカナガシラの孵化直後の仔魚は全長 3.6～3.7mm，油球は卵黄の後端に位置し，胸鰭，膜鰭尾部中間，および尾部に特徴的な黄色斑がある点，その他で本種とよく似ている．

Explanation of Plate

1. Closure of blastopore, 18h. after insemination.
2. 13-myotome stage, 22h.
3. 21-myotome stage, appearance of melanophores and xanthophores, 36 h.
4. Before hatching, 49 h.
5. Larva just hatched, 3.7mm. in total length.
6. Larva 16 h. old, 3.8mm. in total length.
7. Larva 1.5 days old, 3.7mm. in total length.


1
2
3
4
5
6
7

ヘルメット型浮子の使用によるキグチの漁獲効果

橋　本　真　澄
（日米水産株式会社）
池　田　郁　夫

Fishing Efficiency of the Net equipped with metallic Buoy of Helmet Type for KIGUCHI, one of the demersal fish.

by
Masumi HASHIMOTO
(NICHI-BEI Fish. Co. Ltd.)
and
Ikuo IKEDA

西海区水産研究所研究業績　第99号

RÉSUMÉ

After the investigation of the yields of KIGUCHI (*Pseudosciaena manchurica* JORDAN et THOMISON) by the nets with helmet-typed buoy, we supposed that they showed twice in fishing efficiency as compared with the routine method using the nets with glass-buoy.

近年ヘルメット型浮子の使用により，底曳網の網口の高さを増し，海底より稍高い層に存在する魚類に対して漁獲の効果を増大させる努力がなされている．この型の網具を使用した場合に得られる網口の高さについては実験結果が報告[1]されているが，実際の漁獲量の多寡に関しては未だ報告されていない．

筆者らは1957年3月，キグチ漁場に於てこの型の浮子（軽金属製）を使用した網（以下ヘルメット網と略称する）と従来の仕立ての網とで漁獲の比較試験を行ったので，その結果を報告する．

当業船によるこの種の試験は新型漁具への移行時期を除いては実施困難なことではあるが，折を見て今後も続行する予定であった．しかるに筆者らの1人，橋本が去る1957年12月13日，山東高角東方で操業中突風に遭い殉職したゝめ，この計画は一応中止された，従って未完成な部分的成果ではあるがあえて報告することにした．

試 験 方 法

使用した網の構造は試験網（1組），対照網（4組）とも同一で，現在の以西底曳船が使用する網で標準的なものである．浮子類のみが変っている点で，下記の浮子に関する仕様書中ヘルメット型浮子を同大のガラス製浮子に変えたものが対照網の仕様書である（ガラス製浮子はすべてトワイン網によって被覆してある）．

名 称	材 料	大さ(直径)	個数
荒手（片側）	ガ ラ ス	15.2cm	8
〃	〃	18.2	7
袖（片側）	〃	〃	10
〃	〃	24.2	5
〃	ヘルメット	18.2	5
前 天 井	ガ ラ ス	〃	8
〃	〃	30.3	3
〃	ヘルメット	18.2	10
奥 天 井	ガ ラ ス	18.2	13
〃	ヘルメット	18.2	3

実際の曳網にあたってはその都度多少の漁具の変更が加えられたが，大勢に影響をあたえるものではないと思われる．

試験の時期は1957年3月29日から4月1日までゝ，農林漁区334～344区の一部分であり，キグチの濃密な群を発見し試験網船1組，対照網船4組による同時反復操業をおこなった．個々の曳網の開始時間，曳網方向，漁船間の相対位置には何らの規定も加えず船長の意志によって決定されたが，同時に操業している漁船が視界の範囲をはづれることはなかった．

図1に示した各時刻（曳網開始時刻）毎の各船のキグチ漁獲量の変化傾向から，同一の魚群に対して漁獲がなされたものであることがわかる．

漁場の条件は底水温7.1～7.4°C，表面水温6.8～7.4°C，水深33～42m，底質は泥，天候晴から曇であった．

結 果 と 考 察

表1に日別の漁獲量を示した，その他の魚種で主なものはカレイ類12箱，サメ・エイ類31箱，雑魚16箱である．

今キグチ漁獲量のみについて日別に，また全体について分散分析法を試みると表2の結果が得られる（途中で操業を中止した1組は除いた）．これによってヘルメット網が従来の網に比してキグチの漁獲に効率のよいことがわかる．

この実験で問題となる点は，船と使用網を固定したゝめ，網具の改良による効果であるかそれとも船

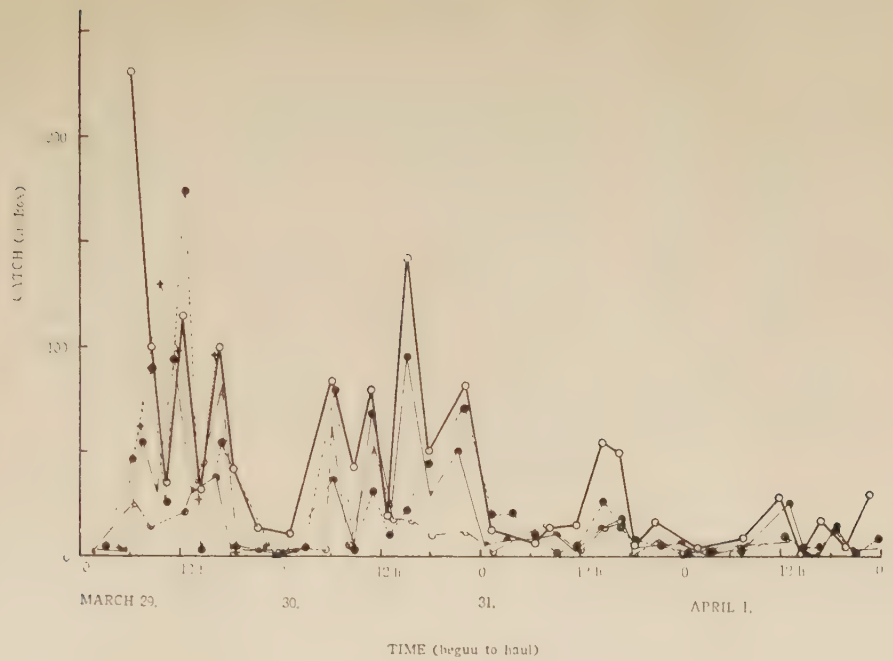


Fig. 1. Process of catch by treatment net and control-nets. (thick line; treatment net, others; control-nets)

Date	The net equipped with metallic buoy of helmet type			The net equipped with glass-buoy (Control)		
	Number of haul	Catch (in Box) KIGUCHI 1)	Others 2)	Number of haul	Catch (in Box) KIGUCHI	Others
Mar. 29, 1957	8	659	0	33	1,288.5	21
30,	8	514	1	28	881.5	16.5
31,	8	177	0	25	243.5	8.5
Apr. 1,	7	95	1	21	131	11
Totals	31	1,445	2	107	2,544.5	57
(Mean)		46.61	0.06		23.78	0.53

1) *Pseudosciaena manchurica* JORDAN et THOMPSON
2) Flat fishes (12 Boxs), Sharks (31 Boxs) and Miscellaneous (16 Boxs)

Table 1. Results of operarion.

長の能力の差によるものであるかということが明らかに分離されていない点である。しかし各船の毎回の漁獲に関する情報は公開されるから，各船は毎回の曳網開始にあたって最も優位な位置をしめ，また同じように他船の操業様式に制約されている。これは対照船のみの分散比検定で平均漁獲量に差のみられないことからもうかがわれるであろう。従って濃縮された区域で操業する場合曳網開始時間がばらば

Date	Comparison between treatment-net and control-net's		Comparison between control-vessels	
	F_0	$F^{n_1}_{n_2}(\alpha)$	F_0	$F^{n_1}_{n_2}(\alpha)$
Mar. 29	5.59	$>F^{1}_{31}$ (0.025)	0.86	$<F^{2}_{22}$ (0.25)
30	6.07	$>F^{1}_{31}$ (0.025)	2.10	$<F^{2}_{22}$ (0.10)
31	7.90	$>F^{1}_{31}$ (0.01)	0.52	$<F^{2}_{22}$ (0.50)
Apr. 1	4.46	$>F^{1}_{26}$ (0.05)	0.24	$<F^{2}_{18}$ (0.50)
Totals	12.42	$>F^{1}_{125}$(0.005)	1.04	$<F^{2}_{93}$ (0.25)

Table 2. F-test of variance ratio for KIGUCHI's catch.

$$(F_0 = \frac{\text{Between net class variance}}{\text{Within net class variance}})$$

らになされることによって操業の優位性（但しヘルメット網以外の要因による），及びその結果としての漁獲効率の差に偏りを起させない保障になるものと思われる．またカレイ類，サメ・エイ類等の漁獲についてみればヘルメット網では対照網に比較して低い値となっている．これは網の浮力が強くなったゝめ海底に密着しないで曳網された結果ではないかと考えられるが，この実験の主な目的でないから今後の実験をまちたい．

要　　約

農林漁区 334区附近で1957年３月下旬，ヘルメット網のキグチに対する漁獲試験を行った．ヘルメット網での曳網数31回，対照網での曳網数 107回の結果から，ヘルメット網では従来の網に比べてほゞ２倍のキグチの漁獲をあげた．つまりキグチに対してはヘルメット網は従来の網の２倍の効率をもつものと思われる．

報告を終えるにあたって実験に参加した日米水産下関出張所々属の底曳船乗組の諸氏，及びこの実験を許可された同社井上修出張所長以下の方々に対して深謝の意を表る．

また本稿の校閲をしていただいた伊藤龍所長並に村上子郎・辻田時美両部長に感謝する．

文　　献

1） 西日本海洋資源研究所 1956：以西底魚漁場の底魚群の生態 (1)

2） 増山元三郎 1953：小数例のまとめ方，河出[illegible]

非　売　品

昭和33年3月23日印刷
昭和33年3月25日発行

水産庁西海区水産研究所
長崎市丸尾町3丁目5番地

印刷人　藤木とね

印刷所　藤木博英社
長崎市稲佐町七番地
電話 1703・1528

CONTENTS

Page

Studies on the Fisheries Biology of the Ribbon Fish (*Trichiurus lepturus* Linne) in the East China and Yellow Seas.
1. On the Age and the Growth. by Hiroshi Misu..... 1

Maturity and Spawning of Sole *Cynoglossus robustus* in the East China and the Yellow Seas. by Hiroshi Mako and Masaru Tagawa.....15

On the Discharge of Stomach Contents concerning jack-mackerel *Trachurus japonicus*. by Tsuneo Aoyama.....29

On the amount of food taken by the jack-mackerel *Trachurus japonicus*. by Tsuneo Aoyama.....33

On the development of the egg and hatched larvae of *Lepidotrigla japonica* (Bleeker). by Tsuneo Aoyama.....47

Fishing efficiency of the net equipped with metallic buoy of helmet type for KIGUCHI, one of the demersal fiish. by Masumi Hashimoto and Ikuo Ikeda.....52